SISTEMAS ELÉCTRICOS DEL AUTOMÓVIL

AGUSTÍN RIÚ

Ingeniero Electromecánico
(Escuela Superior de Mecánica y Electricidad, París)
Radio Ingeniero
(Escuela Superior de Electricidad, París)
Fundador y Director del Instituto Riú, Barcelona

Sistemas Eléctricos del Automóvil



Ediciones Mundo Técnico
Buenos Aires

Decimoséptima edición (7a. en Editorial Mundo Técnico) 1979

OBRA TECNICO DIDACTICA

Impreso en la Argentina
Printed in Argentina

Este libro se terminó de imprimir
en el mes de octubre de 1979,
en los Talleres Gráficos LITODAR
Brasil 3215, Buenos Aires

La edición consta de 2.000 ejemplares.

PROLOGO

La finalidad de este libro es enseñar el conjunto de conocimientos necesarios para un técnico electricista de automóviles.

La enseñanza que se da es completa, desde los primeros conocimientos hasta describir las averías que pueden tener las distintas partes de toda la instalación eléctrica, analizada por circuitos separados uno por uno, elemento por elemento, y por sistemas completos: encendido, arranque, iluminación, etc.

Para alcanzar esta meta con pleno éxito es necesario poseer determinados conocimientos de electricidad aplicada a las instalaciones eléctricas de los automóviles, con lo cual la función de los diversos circuitos se comprende perfectamente, así como la de los diversos equipos. Al comprender el conjunto de la instalación como una unidad armónica, cada una de cuyas partes cumple una misión bien definida, los sistemas eléctricos del automóvil dejan de ser un enigma y no sólo se entiende y comprende su funcionamiento, sino que entonces se está capacitado para arreglarlos cuando dejan de funcionar perfectamente.

El lector encontrará en esta obra un plan de enseñanza debidamente estructurado y desarrollado, ilustrado de tal manera que lo llevará, paso a paso, a la total comprensión de todos los elementos componentes de la instalación: la batería de acumuladores, la dínamo, el motorcito de arranque, el sistema de ignición (encendido), los faros y el alumbrado del coche, etcétera, así como los diversos accesorios eléctricos que utilizan los automóviles modernos.

Esta obra es completa porque, asimismo, se ha dado toda la importancia que tiene la localización de los defectos y averías que pueden presentarse tanto en la instalación como en los diversos equipos que la componen, para así reunir, en forma práctica y efectiva, el conjunto de enseñanzas que se dan en este libro.

Las diez ediciones anteriores de esta obra han permitido estructurarla y desarrollarla en tal forma que esta onceava edición sea apta y eficaz para la enseñanza de las especialidades siguientes: cursos de automovilismo, técnicos instaladores, electricistas de automóviles (autoelectricistas), reparadores de equipos eléctricos de automóviles, etcétera, como lo demuestra que más de cien mil personas han estudiado con este libro y, asimismo, se cuentan por millares los talleres de automóviles que lo consideran como su amigo, a quien pueden consultar en cualquier momento para guiarlos y aconsejarlos para el mejor desempeño de su trabajo.

Complementa este libro, *Sistemas eléctricos del automóvil*, la obra, *Electrónica del automóvil*, la cual describe cuanto se relaciona con las aplicaciones

de la electrónica en el automovilismo, tratando, en forma completa, temas tales como: diodos y transistores, todos los sistemas de encendido electrónicos especiales, etcétera. En realidad, *Sistemas eléctricos del automóvil* y *Electrónica del automóvil* constituyen una sola obra, dividida en dos tomos.

Me es muy grato expresar mi gran agradecimiento por la información que me ha proporcionado la General Motors, haciéndolo extensivo a Delco Remy, así como a la Fiat, IKA Renault y a todas las demás firmas que tan gentilmente me han facilitado la valiosa información técnica que reproduzco en esta obra.

Es mi mayor deseo que esta nueva edición sea, al menos, tan útil como lo han sido las ediciones anteriores y a la vez, que siga mereciendo la favorable acogida que hasta ahora ha tenido en las diversas instituciones técnicas y escuelas de automovilismo que la han utilizado como libro de texto de sus cursos, en diversos países de América y en la Península Ibérica.

Amigo lector: si éste libro le enseña todo cuanto se relaciona con la electricidad en el automóvil, desde el doble punto de vista técnico y práctico, tendré la satisfacción de saber que he hecho una obra útil, que puede seguir enseñando a quienes quieren aprender la magnífica profesión de técnico electricista de automóviles.

Ing. AGUSTIN RIU

Buenos Aires, mayo de 1974.

PRIMERA PARTE

ELECTRICIDAD EN EL AUTOMOVIL

Capítulo I

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES

1. Breve resumen histórico

Puede decirse que los verdaderos adelantos de la industria automotriz comenzaron cuando se utilizó, en sus más diversas aplicaciones, la electricidad en los automóviles. No sólo se ha obtenido desde entonces una seguridad mayor en el funcionamiento de los motores, sino que han añadido al coche las diversas comodidades que hacen gratos los viajes con este medio de locomoción.

Hasta el año 1912 los automóviles no tenían ninguna instalación eléctrica: la ignición se producía mediante una magneto y el alumbrado era obtenido generalmente con lámparas de acetileno. El año 1913 señala la etapa inicial de electrificación de los coches, observándose que el 37 % de los automóviles presentados ese año en el Salón del Automóvil de Nueva York ya estaban equipados con motorcito de arranque e iluminación eléctrica. Este porcentaje aumentó al 87 % en 1914, al 94,5 % en 1915 y al 98,8 % en el Salón de 1916, año en que intervino Norte América en la primera guerra mundial. Es digno recordar que Ford no incorporó la electricidad (a baja tensión) en sus coches hasta 1916 y que ese mismo año Fiat presentaba al público un sistema completo de alumbrado eléctrico (coches tipo 70) alimentado con una dínamo monopolar y polo consecuente de una potencia de 75 W trabajando a una tensión de 12 V. Por fin, desde 1955, varios constructores de automóviles americanos, siguiendo el ejemplo de los europeós, utilizan también 12 V en sus automóviles.

El año 1922 marca una muy importante etapa en la evolución de las dínamos empleadas en los automóviles: se adoptó el sistema de regulación con tercera escobilla. La forma sencilla y relativamente eficaz de este procedimiento tan simple tuvo un éxito fulminante, siendo adoptado mundialmente hasta que se puso en evidencia la necesidad de buscar otros medios de regulación más eficaces, especialmente cuando se ha ido aumentando la potencia de las dínamos. Recordemos que al principio sólo alimentaban los circuitos de ignición, alumbrado y el motorcito de arranque, mientras que allá por el año 1940 se sobrecargó el uso de la dínamo con diversos dispositivos eléctricos: limpiaparabrisas, radio, precalentador de la mezcla, ventilador, reloj, fundeescarcha del cristal, potentes faros, diversas señales luminosas movidas eléctricamente, mayor potencia del motor de arranque, incorporación de varios relais para mover diversos mecanismos (bocina, luces, etcétera) y hasta maquinitas de afeitar que funcionan a 6 V, especiales para camping. Toda esta energía eléctrica la produce la dínamo, siendo almacenada en el acumulador, de ahí que la minúscula generatriz del año 1916 sea ahora sustituida por generadores

que producen una potencia del orden de 1 000 W y que las primitivas y frágiles baterías (de celuloide, cuando sólo servían para el alumbrado) sean ahora robustas unidades, capaces de resistir el rudo trabajo a que se las somete en los momentos de accionar el motor de arranque, que en ciertos automóviles consume más de 500 A.

2. La electricidad

Sus características fundamentales pueden resumirse en las propiedades siguientes:

a) Es un fluido imponderable, capaz de producir energía;

b) Este fluido se origina al desplazarse ciertas partículas infinitamente pequeñas llamadas electrones;

c) Los electrones se propagan dentro de los cuerpos macizos debido a su extremadísima pequeñez;

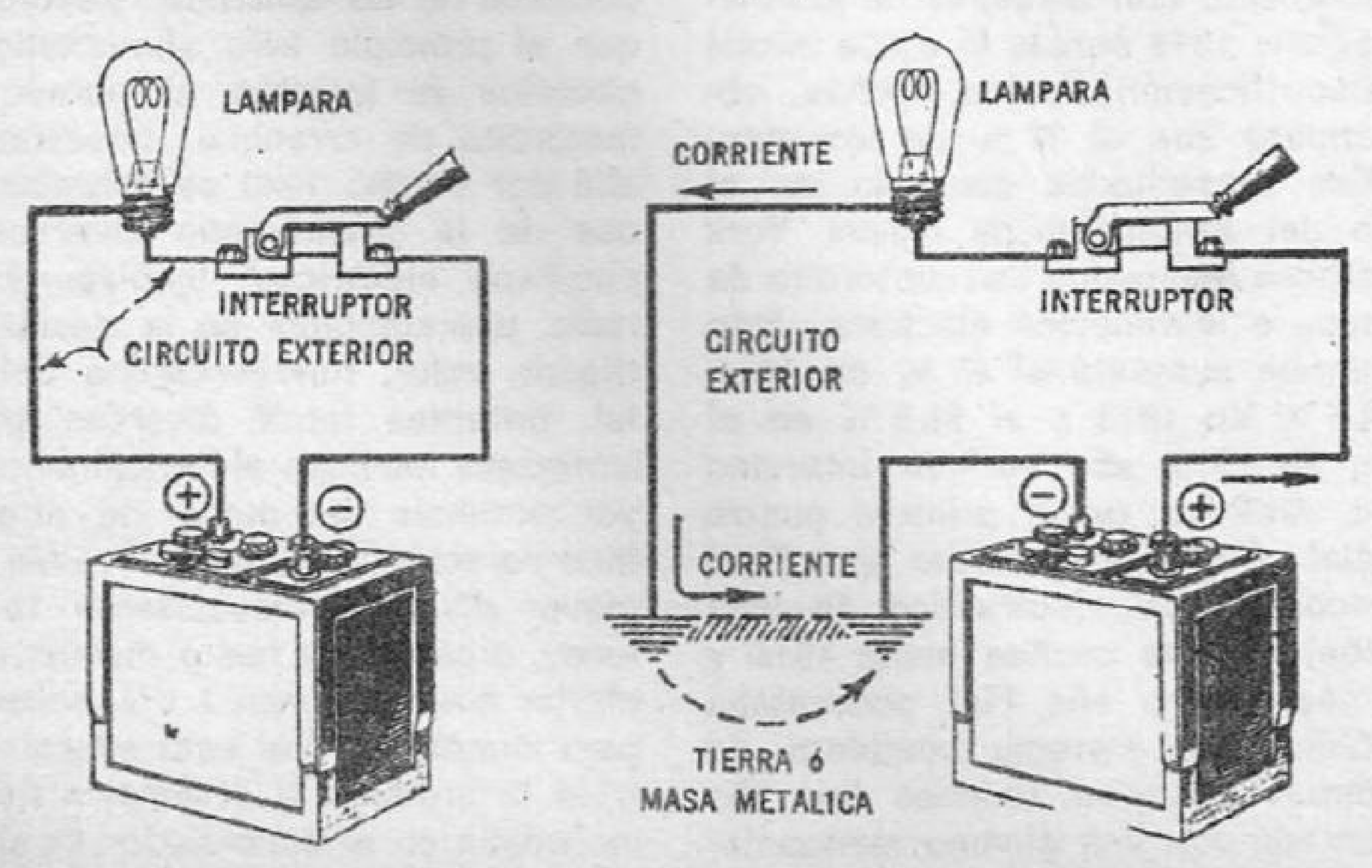
d) La electricidad puede transmutarse en otras formas de energía: calor, luz, campos magnéticos, fuerza, reacciones químicas, ondas electromagnéticas, etcétera.

Para que la electricidad se propague es necesario que haya un conducto que conecte el generador con los disipadores de energía eléctrica, y otro conducto de retorno hasta la generatriz (fig. 1), formando un circuito cerrado.

Circuito exterior es el que está fuera del generador; comprende el alambrado y los circuitos de los consumidores de energía. Circuito interior es el formado dentro del generador; por extensión, también puede considerarse el circuito interior de cualquier instrumento que forme parte del conjunto del circuito exterior.

Una aplicación importante del circuito exterior o de retorno por la masa la constituye la instalación eléctrica en los automóviles. La batería del coche tiene un polo conectado a la masa (generalmente el negativo); del otro polo salen los conductores que alimentan los diversos accesorios que funcionan eléctricamente: faros, bocina, sistema de ignición, radio, motor de arranque, etcétera; todos tienen el retorno a través de la masa del chasis (fig. 2). La conexión a la masa puede considerarse como si el conductor de retorno fuese un alambre enormemente grueso en comparación a su longitud.

Pueden cerrarse muchos circuitos por un conductor común (fig. 3), sin que se mezclen las corrientes. La figura representa el paso de I_1, I_2, I_3, I_4, que se reúnen en un mismo con-



Figs. 1 y 2. La corriente eléctrica necesita un camino metálico para que fluya por el circuito exterior. También puede utilizarse el armazón metálico del coche (chasis).

ductor. Es más, en el conductor que va del negativo de la batería al chasis pasan dos corrientes de sentido contrario.

Aunque la mayoría de los automóviles tienen el retorno por el armazón del chasis, algunos no utilizan ese sistema, empleándose entonces dos conductores, uno para la ida y otro para la vuelta, quedando totalmente aislados de la masa del coche; entonces, cualquier contacto puede ser la causa de una avería, por cuyo motivo estos cables están muy bien aislados con cubierta de goma. Todos los sistemas eléctricos que estudiaremos en este libro funcionan con retorno por la masa, es decir, están formados por un solo conductor.

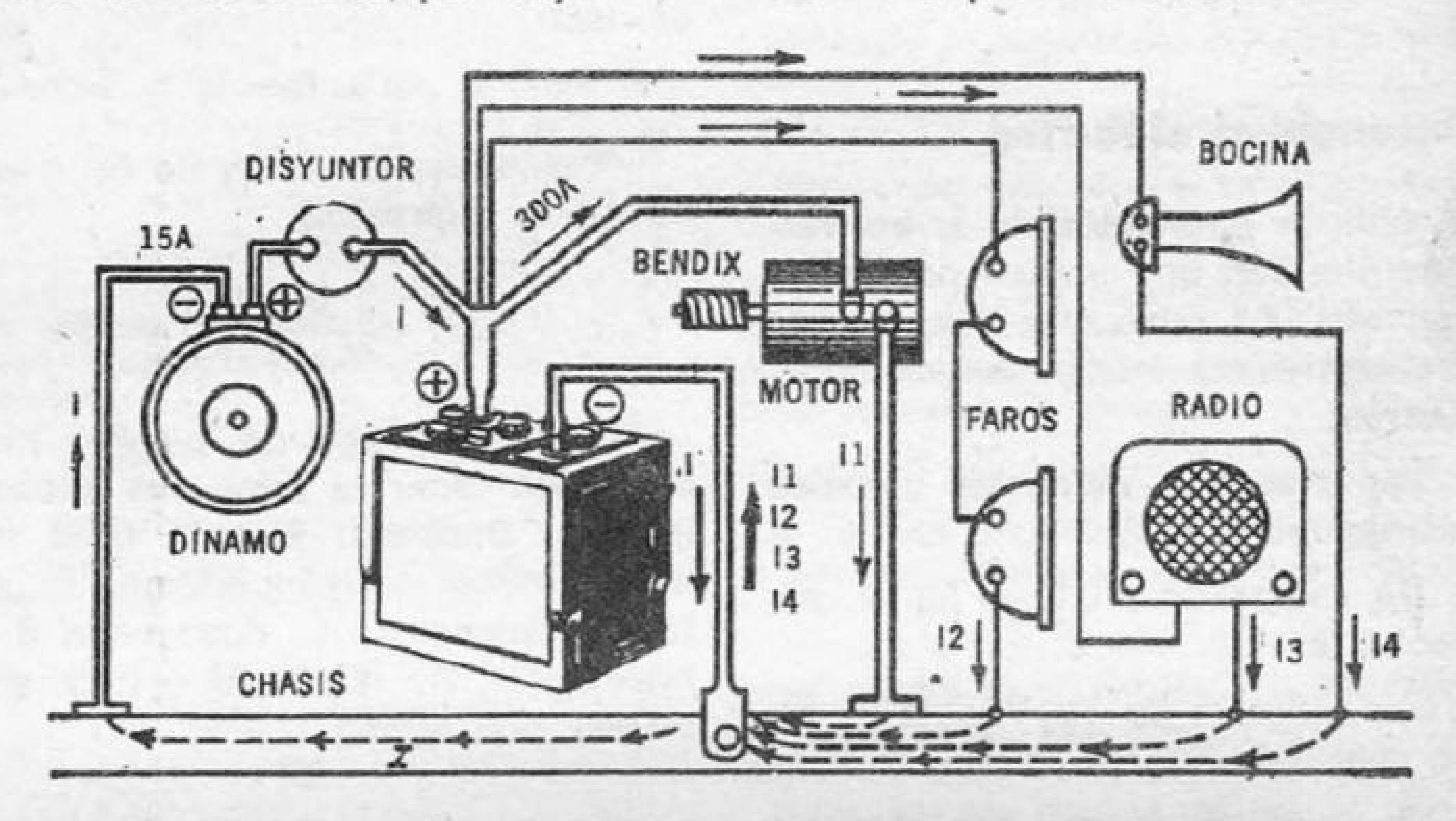


Fig. 3. Pueden hacerse pasar diversas corrientes, correspondientes a circuitos distintos, por un mismo conductor.

3. Tensión eléctrica

La electricidad circula por los conductores presionada por un efecto denominado tensión, presión eléctrica o voltaje; su unidad es el voltio (V). En consecuencia, así como decimos que una distribución de agua se hace, por ejemplo, a una presión de 20 kg por centímetro cuadrado, una distribución de fluido eléctrico decimos que se efectúa a una presión de 125 V, 220 V, etcétera.

Veamos qué representan estas cifras. Las pilas secas tienen una presión eléctrica de 1,5 V; los acumuladores, 2 V por elemento (cuando están bien cargados), de manera que una batería de tres elementos tiene una tensión de 2 V × 3 elementos = 6 V. La tensión de las redes de distribución para el alumbrado acostumbra a ser de 110 V en los Estados Unidos, de unos 125 V en toda Europa y de 220 V en la Argentina. En fin, las bobinas de inducción que producen la corriente para generar la chispa en las bujías, elevan la presión eléctrica a 15 000 y hasta 20 000 V. En consecuencia, por lo que a las instalaciones en los autos se refiere, no hay ningún peligro, puesto que las tensiones son muy bajas, excepto en los circuitos de alimentación de las bujías, que deben tratarse con suma prudencia.

4. Resistencia eléctrica

La unidad utilizada para medir la resistencia al paso de la corriente por los conductores se denomina ohmio (Ω). Para tener una idea de lo que representa un ohmio diré que es la resistencia eléctrica de un alambre de cobre de 1 mm de diámetro y unos 49 m de longitud.

Luego, la resistencia de un conductor depende de tres valores:

a) Clase de metal con que está construida la resistencia;

b) Diámetro del alambre o cable utilizado;

c) Longitud del conductor.

Para los fines prácticos, de taller, que tiene este libro, en vez de explicar cómo se calcula la resistencia eléctrica de un conductor, he preferido dar el método experimental de medirla mediante un procedimiento extremadamente sencillo. El método lo describo en el capítulo III: "Mediciones eléctricas prácticas" aplicadas a los automóviles.

5. Intensidad eléctrica

Se mide la intensidad de la corriente eléctrica con una unidad denominada amperio (A). Una idea concreta de lo que representa la dan los ejemplos siguientes:

a) Las planchas eléctricas usuales consumen entre 33 y 5 A;

b) Un motor de 1 CV, a 220 V, absorbe 3,5 A;

c) Una lámpara de 110 W, 110 V, absorbe casi 1 A;

d) Un tostador de pan (del tipo de 200 W) absorbe 0,9 A si se conecta a una línea de 220 V;

e) Si un conductor de 1 Ω de resistencia cierra el circuito de un generador que actúe con la tensión de 1 V, circula una intensidad de 1 A.

6. Ley de Ohm

El paso de la electricidad por los conductores está regido por la siguiente relación:

$$\text{intensidad de la corriente} = \frac{\text{presión eléctrica}}{\text{resistencia eléctrica}}$$

que representa la ley de Ohm. Escribiendo los nombres de las unidades correspondientes, tendremos

$$\text{amperios} = \text{voltios} \div \text{ohmios.}$$

La intensidad se abrevia con la letra I; la presión eléctrica o voltaje, con la U; y la resistencia, con la R. La fórmula anterior puede escribirse así:

$$I = U \div R. \qquad [1]$$

De esta fórmula se deducen estas otras dos:

$$\text{ohmios} = \text{voltios} \div \text{amperios,}$$

o sea,

$$R = U \div I: \qquad [2]$$

$$\text{voltios} = \text{ohmios} \times \text{amperios,}$$

es decir,

$$U = R \times I. \qquad [3]$$

Para recordar la ley de Ohm escribamos la expresión

$$\frac{U}{R \times I}$$

Para obtener una de las tres fórmulas basta tapar la letra que simboliza el valor buscado: R, U o I; el resto da la fórmula correspondiente. En efecto, si tapamos la U, nos queda R × I; tapando la R, queda U ÷ I; y si tapamos la I, queda U ÷ R.

EJERCICIOS PRACTICOS

■ La batería de un auto, bien cargada, tiene una tensión de 6 V. Se cierra a través de una bobina que tiene una resistencia de 4 Ω (fig. 4). ¿Cuántos amperios absorbe de la batería?

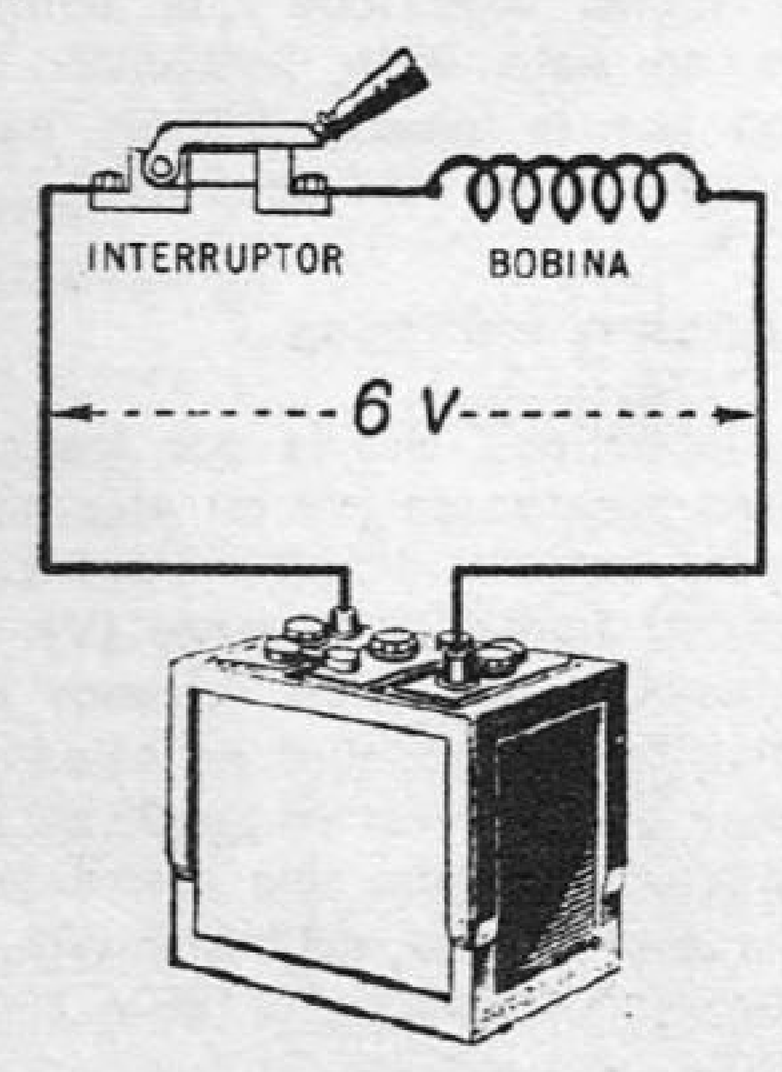


Fig. 4. La ley de Ohm permite calcular la resistencia de una bobina, resistor, etc.

Solución

Como la cantidad desconocida es la intensidad, utilizaremos la fórmula [1]: $I = U \div R$.

Reemplazando las letras por los valores dados en el problema: $U = 6$ V y $R = 4\ \Omega$, tendremos:

$$I = 6 \div 4 = 1{,}5 \text{ A}$$

Por lo tanto, la batería de acumuladores se descargará a razón de 1,5 A mientras esté cerrado el interruptor.

■ Hay que cargar una batería de acumuladores de 6 V con una línea de 110 V, a un régimen de 15 A. ¿Qué resistencia debe intercalarse para que pase esa intensidad?

Solución

Al conectar el acumulador en la línea, se produce una contratensión de 6 V; por lo tanto, la presión eléctrica que la línea actúa sobre el acumulador será en realidad de

$$110 \text{ V} - 6 \text{ V} = 104 \text{ V}.$$

Ahora aplicaremos la fórmula [2]: R U ÷ I, y tendremos, reemplazando las letras por los valores numéricos:

$$R = 104 \text{ V} \div 15 \text{ A} \cong 7\ \Omega.$$

Luego, deberemos disponer en serie, interpuesto entre la línea y la batería, un reóstato cuya resistencia sea de unos 7 Ω.

■ Una batería de 6 V se ha conectado al circuito de una lámpara incandescente (fig. 5).

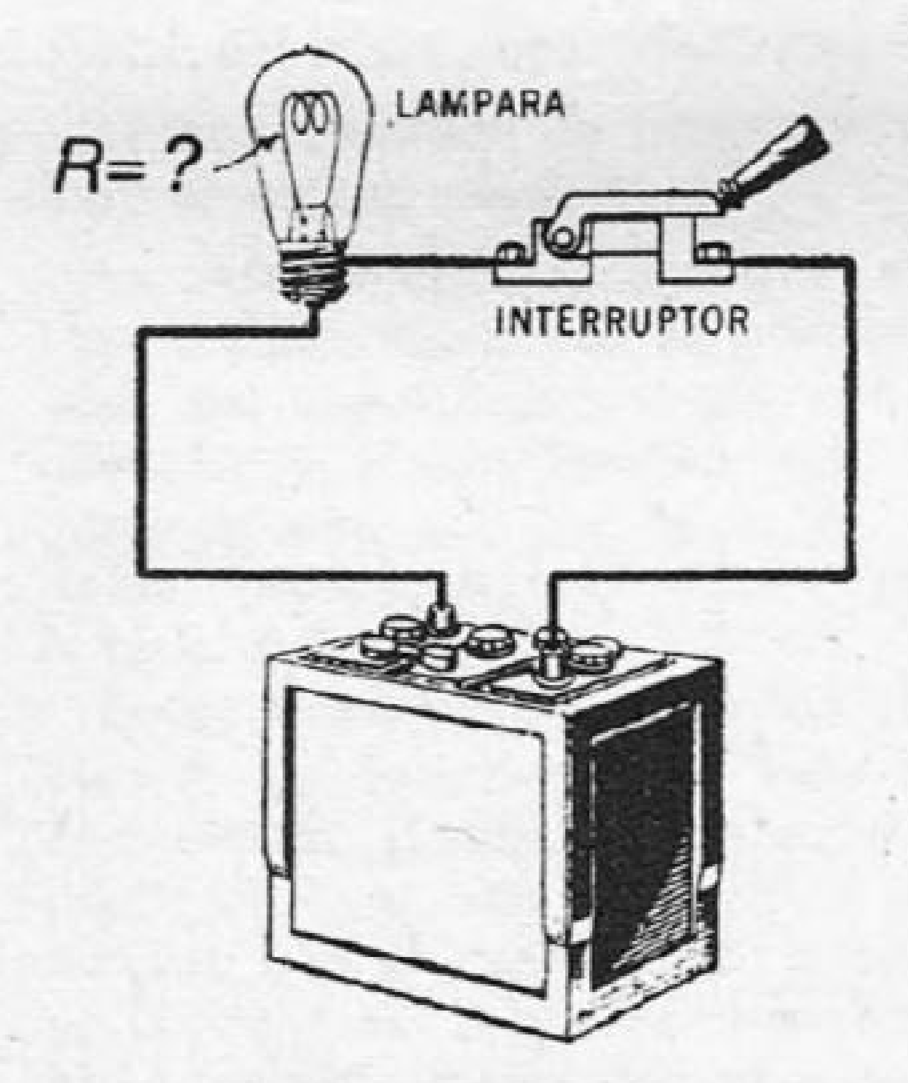


Fig. 5. La ley de Ohm se aplica para determinar la resistencia de las lámparas.

Un amperímetro señala medio amperio. ¿Cuál es la resistencia del filamento de dicha lámpara?

Solución

La cantidad desconocida es la resistencia, por lo tanto, debemos emplear [2]: $R = U \div I$.

Los valores de U y de I los reemplazamos en esta fórmula, y tendremos

$$R = 6 \div 0{,}5\ 12\ \Omega$$

Luego, el filamento de esta lámpara ofrece una resistencia de 12 Ω.

■ La Asociación de Ingenieros de Automóviles de los Estados Unidos establece que la resistencia del circuito de carga (excluyendo los instrumentos de control y regulación) debe producir, como máximo, una caída de tensión de 0,75 V haciendo pasar una corriente de 20 A. Se pregunta: ¿Cuál debe ser el valor de la resistencia máxima del circuito de carga?

Solución

Aplicando la fórmula [2]: $R = U \div I$, tendremos

$$R = 0{,}75 \div 20 = 0{,}0375\ \Omega.$$

Todo lo que pase de este valor perjudica el buen funcionamiento.

■ A través de una resistencia de 30 Ω debe hacerse pasar una corriente de 0,15 A. ¿Cuál debe ser la presión eléctrica de la batería para forzar este paso de corriente?

Solución

La cantidad desconocida es el voltaje; en consecuencia, utilizaremos la fórmula [3]: $U = R \times I$.

Como $R = 80\ \Omega$ e $I = 0{,}15$ A, sustituyendo estos valores en la fórmula [3], encontramos

$$U = 80 \times 0{,}15 = 12 \text{ V}.$$

Luego, hay que emplear una tensión de 12 V.

Entre el chasis y el terminal del cable que viene de la batería no debe haber ningún efecto de resistencia si la conexión está en perfectas condiciones; por lo tanto, aplicando un voltímetro entre estos dos puntos, debe marcar cero, porque si $R = 0$, debemos tener, aplicando la fórmula del voltaje de la ley de Ohm

$$U = R \times I = 0 \times I = 0.$$

(Cuando en una multiplicación uno de los factores es nulo, el producto es igual a cero).

Por consiguiente, cuando el voltímetro no marca cero, es que hay un efecto de resistencia entre los dos puntos que se mide la tensión.

■ Al medir con un voltímetro la tensión entre el chasis y el terminal del cable de la batería, se ha encontrado una diferencia de 0,3 V. Se pregunta: ¿Qué resistencia lo produce, cuál es la causa y qué efectos produce en la instalación? La intensidad era de 20 A.

Solución

El valor de la resistencia viene dado por [2]: resistencia del contacto $= 0{,}3 \div 20 = 0{,}015\ \Omega$.

Esta resistencia es debida a la oxidación de las superficies de contacto, a la grasa y al barro encastrados en el intersticio producido por la trepidación del coche que ha aflojado el bulón o dispositivo de fijación.

El efecto que produce esta elevación de voltaje es que el regulador de tensión, aún estando medio descargada la batería, se pone en funcionamiento como si estuviese totalmente cargada; las consecuencias serán que el acumulador se arruinará por sulfatación.

7. Potencia eléctrica

La potencia se evalúa multiplicando la tensión (voltios), por la intensidad (amperios). Su unidad es el vatio.

potencia eléctrica =
= tensión × intensidad,
vatios = voltios × amperios,

$$W = U \times I. \qquad [4]$$

EJERCICIOS PRACTICOS

■ Un instrumento conectado a una batería de 6 V consume 1,5 A. ¿Cuál es la potencia absorbida de la batería?

Solución

Aplicando la fórmula [4], tendremos

$$W = 14\ V \times 5\ A = 70\ W.$$

La equivalencia del caballo de vapor (CV), expresada en unidades eléctricas, es de 736 W; por lo tanto, podremos escribir

$$1\ CV = 736\ W.$$

■ El motor de arranque de un auto tiene una potencia de 0,5 CV. ¿Cuántos vatios absorbe de la batería?

Solución

Aplicando la fórmula [5], tendremos

$$\text{vatios} = 0{,}5\ CV \times 736 = 368\ W.$$

■ ¿Cuál es la intensidad de descarga de la batería del ejemplo anterior, sabiendo que su tensión es de 6 V?

Solución

Puesto que la potencia, en vatios, es igual al producto de los voltios por los amperios, la intensidad I viene determinada por la expresión

$$I = W \div U.$$

Reemplazando los valores de W = 368 y U = 6, tendremos

$$I = 368\ W \div 6\ V = 61{,}3\ A.$$

Si el motor de arranque fuesé de 1 CV de potencia, la intensidad de descarga sería de 122,6 A, y si tuviese 1,5 CV, entonces la descarga de la batería alcanzaría la enorme cifra de 184 A.

Capítulo II

LOS CIRCUITOS ELECTRICOS DE UN AUTOMOVIL

8. Clasificación general

Un automóvil necesita, para su funcionamiento, una instalación eléctrica que se compone de:

a) Un generador de corriente continua o dínamo;

b) Un depósito para almacenar la energía generada por la dínamo: es el objeto del acumulador eléctrico;

c) Los circuitos de interconexión y todo el equipo eléctrico.

La característica fundamental de las instalaciones eléctricas de los automóviles es que funcionan con corriente contínua y a una tensión muy baja: generalmente a 6 V y, a veces, 12 V. Estos valores vienen regidos por la batería del coche.

Estas instalaciones se hacen de dos clases: las que tienen un solo cable, bien aislado (generalmente es el polo positivo), que une el polo + de la dínamo con el polo + de la batería, y, desde este borne se distribuye la electricidad a todos los aparatos absorsores de electricidad. En cuanto a todos los polos negativos, están interconectados entre sí por medio del armazón metálico (chasis del coche), que puede considerarse como un conductor de gran sección y corta longitud.

La otra clase de instalaciones de los coches está hecha con dos cables aislados, uno para cada polo, no utilizándose el chasis como elemento de interconexión; al contrario, toda la instalación eléctrica debe estar perfectamente aislada del armazón metálico. Este sistema se emplea muy poco.

La figura 6 representa esquemáticamente los elementos esenciales de la instalación eléctrica de un automóvil, no estando representados los accesorios y aparatos secundarios, como ser los indicadores de nivel y de presión, flechas laterales de dirección, etcétera, por ser innecesarios a la marcha del coche.

En esta figura esquemática, el chasis está indicado con líneas de puntos; es el armazón metálico sobre el cual se montan todos los elementos del automóvil. En primer término, en el centro, vemos la batería, con la cual están conectados todos los aparatos eléctricos que posee el coche: el acumulador recibe la electricidad de la dínamo, la almacena bajo forma de energía electroquímica, y luego la distribuye, reconvertida en fluido eléctrico, a los absorsores siguientes:

1) Motorcito de arranque del motor de gasolina;

2) Sistema de ignición de las bujías o encendido;

3) Faros, lámparas y todo el sistema de alumbrado;

4) Bocina, diversas señales luminosas y de aviso;

5) Instrumentos de medición, control, etcétera.

Vamos ahora a comentar, brevemente, los diversos sistemas eléctricos fundamentales de un automóvil, empezando por el que comunica la energía eléctrica de la dínamo al acumulador.

INSTALACION ELECTRICA DE UN AUTOMOVIL

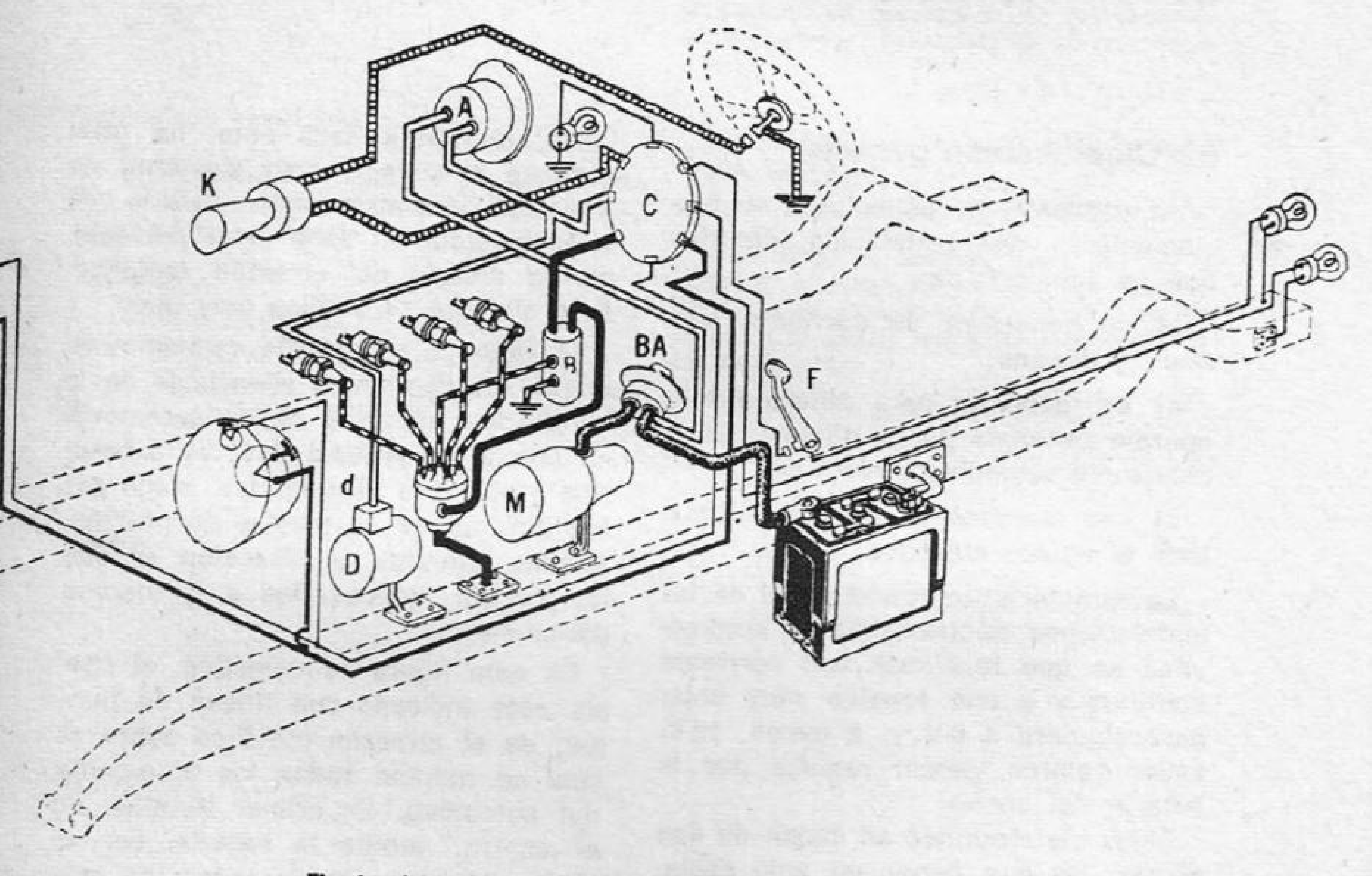


Fig. 6. Aspecto de conjunto de los diversos sistemas eléctricos e instrumentos de un automóvil moderno. Nomenclatura: B, bobina; BA, botón de arranque; C, conmutador de luces; D, dínamo; d, disyuntor; F, freno; M, motorcito de arranque; K, bocina.

9. Circuito dínamo-batería

La dínamo tiene por objeto generar el fluído eléctrico que necesita el automóvil para su funcionamiento (sistema de ignición) y diversos usos: luces, motor de arranque, radio, etcétera. El circuito exterior, que interconecta la dínamo y la batería, lo representa la figura 7.

Desde los bornes A y B se obtiene la energía eléctrica. El polo negativo (−) se conecta a la masa, es decir, al chasis o armazón metálico del coche; el polo positivo (+) se conecta al borne de entrada de un electroimán especial, cuyo borne de salida se interconecta al de entrada de un amperímetro, cuya misión es indicar la intensidad de la corriente que la dínamo envía a la batería. Observamos

que la batería tiene su polo negativo conectado a la masa, cerrándose, por lo tanto, el circuito a través del armazón metálico; en cambio, el polo + es el que está conectado con la dínamo por medio de un cable muy bien aislado, teniendo conectados en este circuito, el electroimán y el amperímetro, todos en serie.

Aunque el caso más generalizado es el presentado en la figura 7, hay algunos tipos de coche en los cuales el polo + es el que se conecta a la

tarse el núcleo, es atraído por éste, venciendo el esfuerzo F (dirigido hacia arriba) de un resorte laminar; cuando la atracción se produce, los dos contactos se unen y queda establecido el circuito entre el polo + de la dínamo y el polo del mismo nombre de la batería, condición indispensable para que la carga pueda efectuarse.

Tan pronto el motor de explosión empieza a funcionar, el inducido de la dínamo gira, generando energía eléctrica; al llegar al punto 3 de bi-

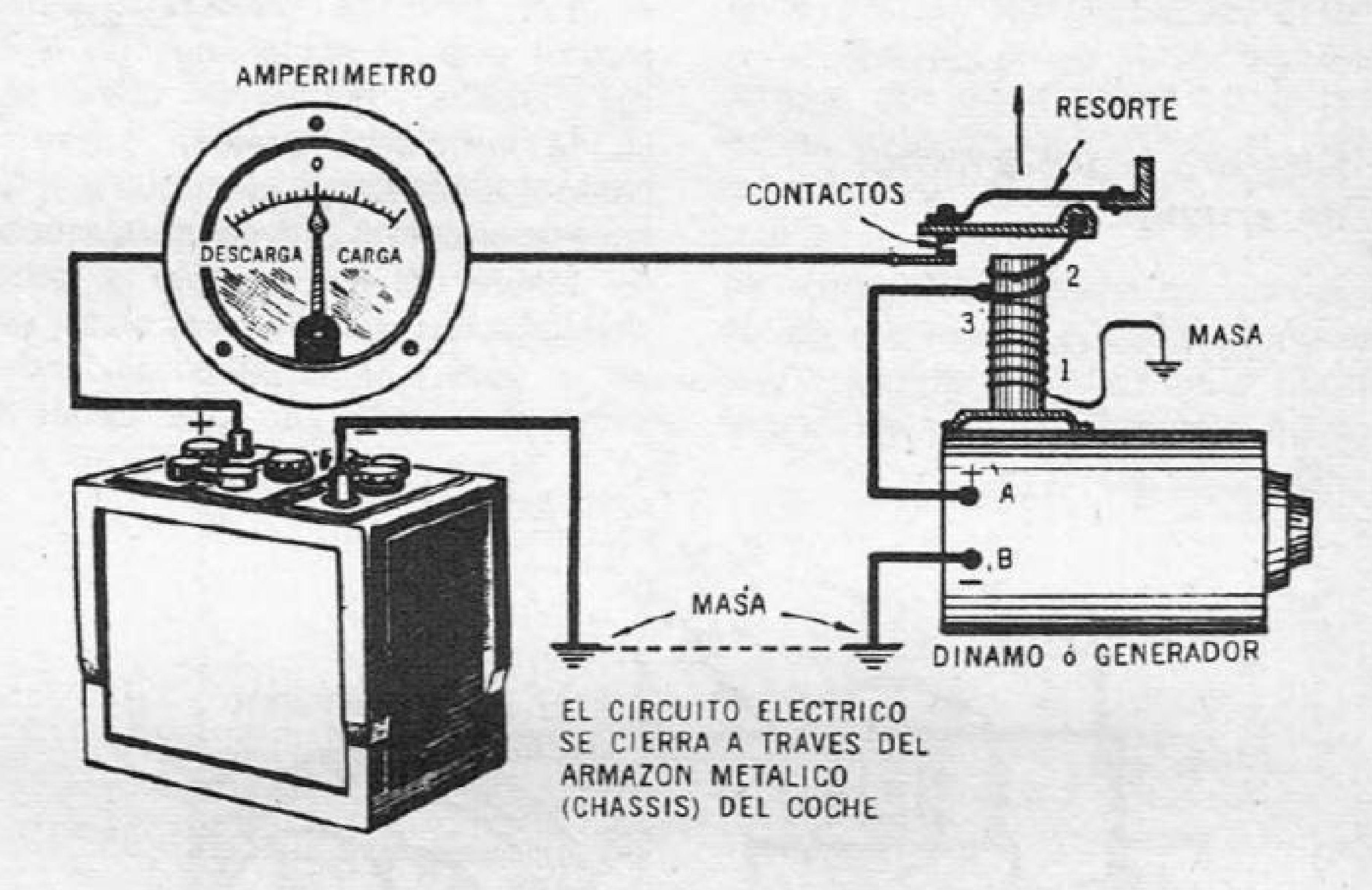


Fig. 7. Sistema generador de la energía eléctrica de un automóvil.

masa. Conviene recordar esta posible variación de polaridad para no sorprenderse al ver esquemas de electrificación de automóviles que lo utilizan. En el parágrafo 15, "Polaridad a la masa", se discute este importante asunto.

El electroimán colocado encima de la dínamo tiene por objeto cerrar o abrir el circuito de carga de la batería. Se compone de una bobina con dos devanados: uno hecho con hilo de poco diámetro (1), y otro, con hilo de mayor sección (2); ambos devanados tienen el mismo sentido y reciben la corriente de la dínamo en el punto de unión (3). La palanca colocada en la parte superior del electroimán es de hierro dulce y, por lo tanto, al iman-

furcación, atraviesa el devanado 1, cerrándose el circuito a través del contacto de la masa y el borne B. Cuando la velocidad del motor del coche es tal que la tensión generada por la dínamo es superior a la de la batería, entonces la atracción de la palanca es de tal magnitud que se produce la unión de los dos contactos, desde cuyo instante se origina una atracción suplementaria del electroimán, por el paso de la corriente a través del devanado 2. Si la velocidad del motor disminuye y la tensión de la dínamo llegase a ser inferior a la de la batería, como la corriente que pasa por los devanados ya no sería capaz de vencer la fuerza del resorte,

la palanca se separa y los dos contactos quedan abiertos, interrumpiéndose el circuito que une la dínamo con la batería.

El devanado 1 se denomina bobina de tensión, por ser la que funciona cuando el valor del voltaje, o tensión, es superior al de la batería: esta bobina está conectada en paralelo con el circuito de salida de la dínamo. El devanado 2 se llama bobina de intensidad, por ser atravesada por toda la corriente que va a la batería: esta bobina está conectada en serie con el circuito de salida de la dínamo.

10. Circuito batería-motor de arranque

La puesta en marcha del motor de explosión se efectúa por medio de un motorcito eléctrico, con el cual (gracias a un sistema reductor de engranajes) se consigue que en uno de los cilindros se produzca la aspiración y compresión de la mezcla, desde cuyo instante el motor del coche empieza a funcionar por sus propios medios. El acople mecánico de ambos motores se desconecta automáticamente merced a un ingenioso dispositivo (Bendix) que estudiaremos oportunamente.

En consecuencia, el motor de arranque, como su nombre ya lo indica, sólo se utiliza en los momentos de puesta en marcha del motor del coche, es decir, que funciona relativamente pocos instantes.

La figura 8 presenta esquematizado el circuito del motor de arranque de un auto moderno. Vemos, en primer lugar, la batería del coche, uno de cuyos polos está conectado al armazón metálico o chasis (conexión a masa); el otro polo se conecta a un interruptor que es accionado con la llave de contacto. Tan pronto como se hace la suficiente presión sobre este contacto, se cierra el circuito y la corriente circula a través de las bobinas de campo del motor y por el bobinaje del inducido, con lo cual éste se pone a girar. El circuito del inducido tiene su salida con una conexión a la masa, es decir, que una polaridad (+ o −) es conducida por el chasis. En los coches de polo + es el que se conecta a la masa, el − es el que forma la polaridad que circula por el cable y pasa a través del interruptor.

Debido a las elevadas intensidades que absorben los motores de arran-

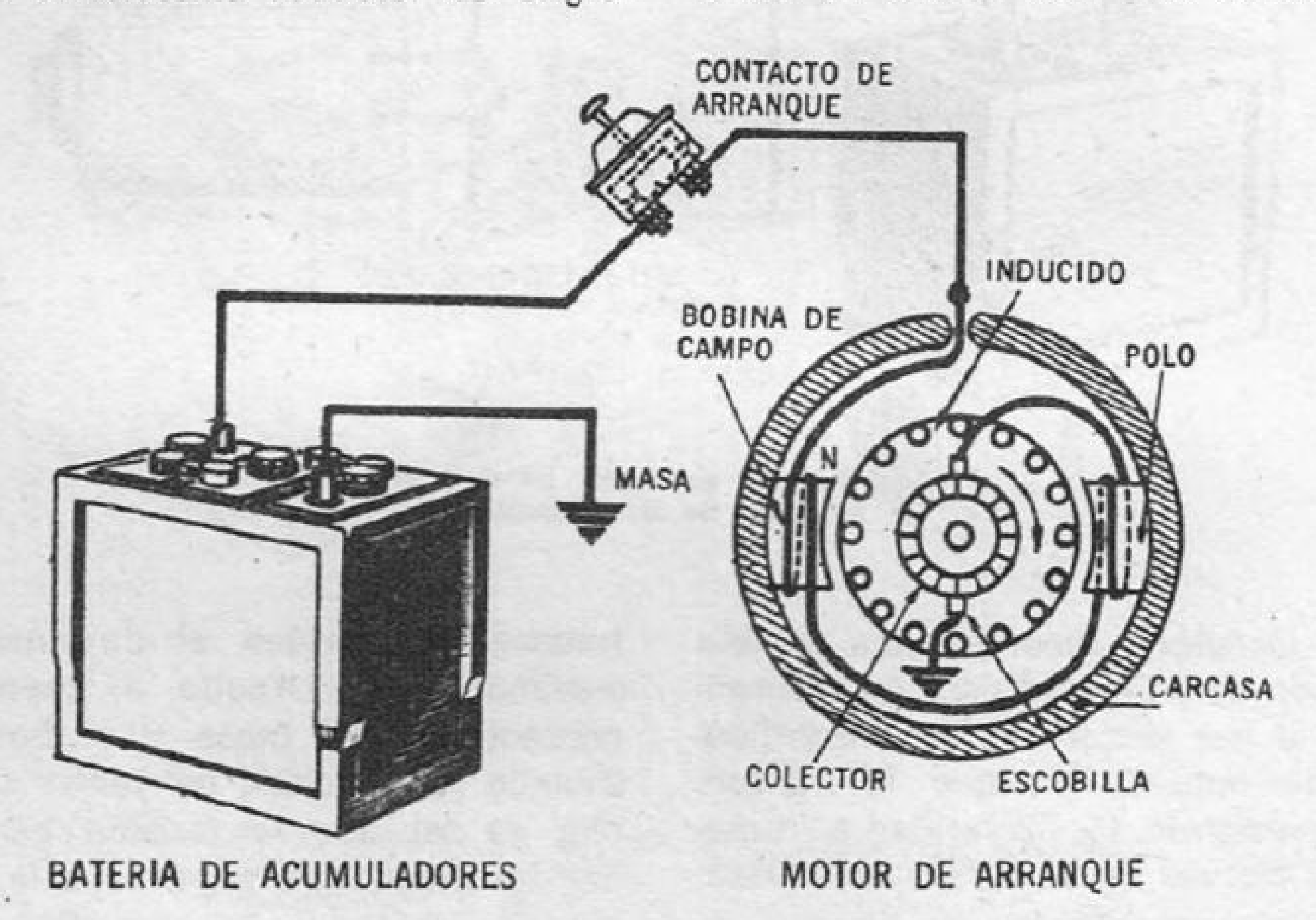


Fig 8. Sistema de arranque del motor de explosión. Lo compone la batería, el interruptor y el motor eléctrico, acoplado al de explosión por un juego de engranajes.

que, el cable que forma este circuito es el de mayor sección utilizado en la instalación eléctrica de los automóviles.

11. Circuito batería a las bujías

El sistema de ignición o encendido se compone de tres circuitos, a saber:

1º) Batería, interruptor y circuito primario de la bobina;

2º) Secundario y contacto rotatorio del distribuidor;

3º) Contactos fijos de distribuidor hasta las bujías.

La figura 9 representa estos tres circuitos. Vemos, a la izquierda, la distribuidor, está en el interior de la bobina, con el extremo inferior conectado a la masa y el superior entrando por el enchufe central del distribuidor, para conectarse al contacto giratorio.

El tercer circuito está constituido desde los bornes sobre los cuales se apoya el contacto giratorio hasta el borne superior de las bujías, cerrándose los circuitos respectivos a través del contacto a la masa (fig. 9).

Los cables empleados en el secundario del sistema de ignición se caracterizan por su elevado aislamiento, porque por ellos pasan tensiones de varios millares de voltios; en cambio, las intensidades son relativamente pequeñas.

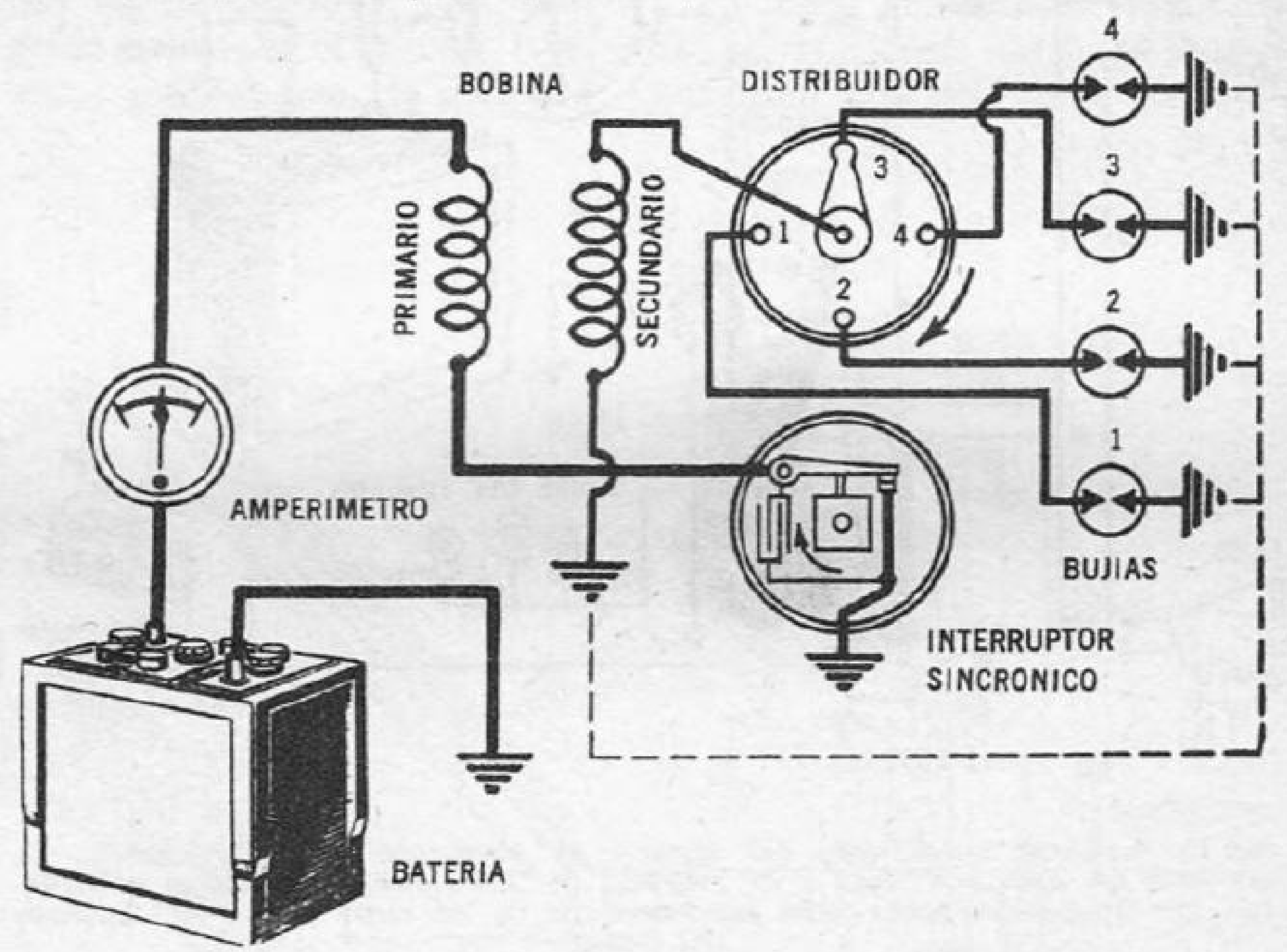


Fig. 9. Conjunto del sistema de ignición de un motor de cuatro cilindros.

batería del coche; un polo se conecta a un interruptor especial (colocado en el tablero) que se cierra con un llavín. Pasa luego la corriente a través del amperímetro de carga y descarga de la batería, y finalmente por el circuito primario de la bobina de inducción y del interruptor, para cerrarse el circuito a través del armazón metálico del coche.

El segundo circuito, formado por el secundario y el contacto giratorio del

12. Circuito batería a faros y lámparas

El sistema de alumbrado de un coche moderno comprende varios circuitos, todos ellos conectados en paralelo con la batería. Las mismas necesidades han hecho que sean alimentados simultáneamente o bien por separado, como sucede con los grandes faros delanteros y las pequeñas luces laterales; los primeros se utilizan sola-

mente cuando se viaja por carretera, en cuyo caso los pequeños faros laterales se apagan; en cambio, para ir por el interior de las poblaciones, los faros delanteros quedan apagados y se encienden los pequeños faros o luces laterales. Estas diversas combinaciones se efectúan rápidamente desplazando angularmente un conmutador que suele estar situado en el centro del volante.

El sistema de alumbrado tiene, en los autos modernos, la disposición que representa la figura 10. La batería es la fuente de alimentación de todo el sistema. A la salida del polo + hay

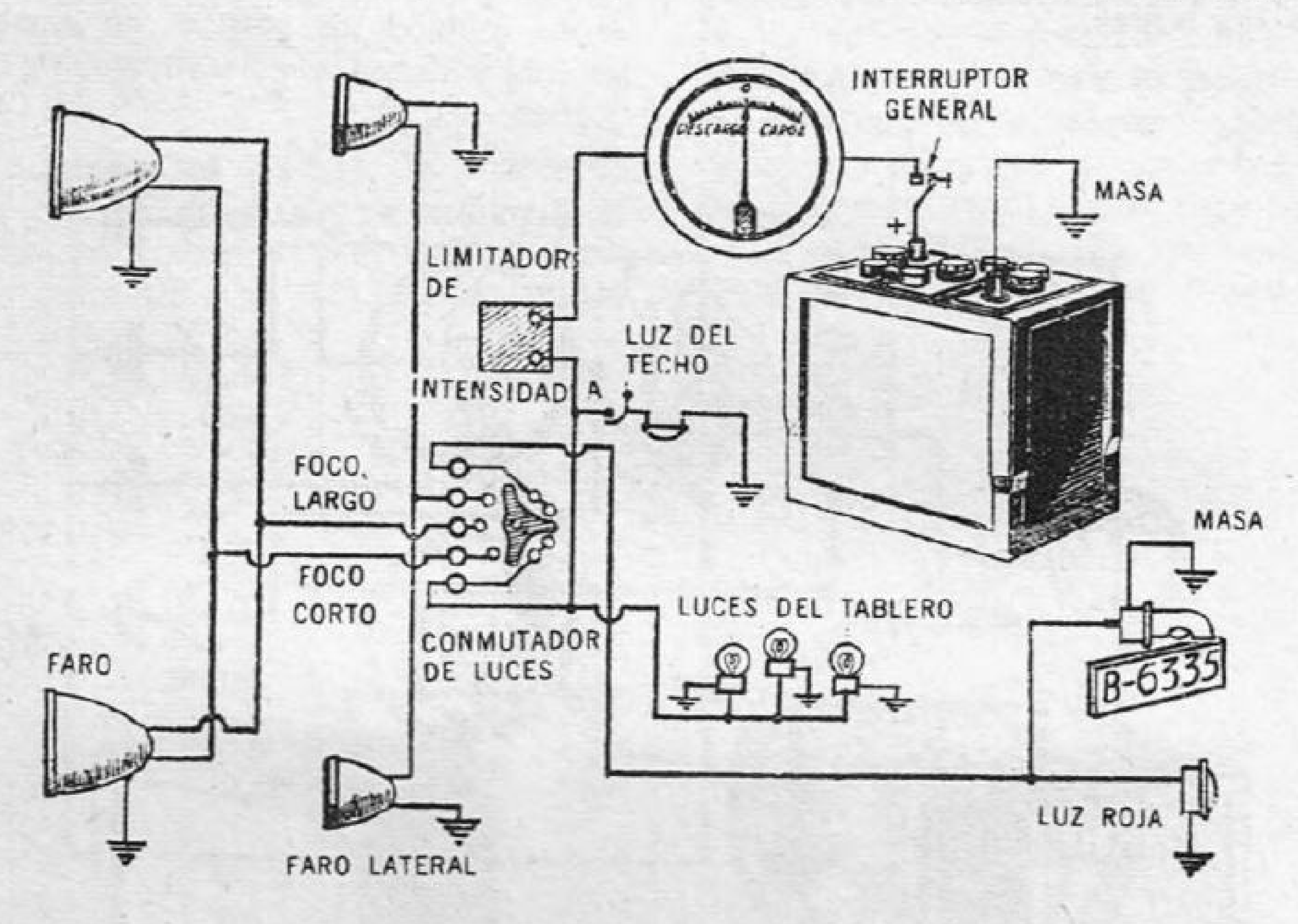


Fig. 10. Esquema simplificado del sistema de alumbrado de un automóvil. La corriente de la batería llega a un limitador de intensidad y después al conmutador, con el cual se hacen todas las maniobras de los faros y diversas lámparas del coche.

un interruptor general, instalado en el tablero de mando e instrumentos; tan pronto se cierra este interruptor, el fluido eléctrico pasa por el amperímetro (que señala el consumo de la corriente), entrando entonces a un dispositivo limitador de intensidad, que puede ser un electroimán (relay) o un simple fusible. Llegamos así al punto A, donde se bifurca la corriente hacia el circuito que alimenta la lámpara del techo, las luces del tablero de instrumentos y el conmutador de luces.

El conmutador pone en circuito la batería con los faros de carretera y las luces de ciudad; las lámparas de atrás y la situada sobre la chapa del número del coche. Observando las conexiones de este conmutador, vemos que en la posición representada en la figura ninguna de las lámparas que controla está encendida; haciéndolo girar en sentido contrario al de las agujas de un reloj, se encienden, en el primer punto, los faros laterales y las luces de atrás del coche; en el segundo punto, se apagan los faros laterales y se encienden los faros delanteros, con los focos de larga distancia; girando el conmutador al revés, es decir, según el sentido de las agujas de un reloj, a partir de la posición indicada en la figura, empiezan por encenderse las luces de atrás (chapa del número y luz roja) simultáneamente con los faros delanteros, esta vez con luces de foco corto. Al pasar el conmutador al segundo punto, se encienden los faros con foco largo y las luces de atrás; en consecuencia, esta última manera de desplazar el conmutador de luces conviene cuando se via-

ja por carretera, y la de desplazarlo en sentido contrario al del movimiento de las agujas de un reloj, cuando se viaja por la ciudad o poblaciones del campo.

En los coches modernos puede haber otros circuitos, tales como el del encendedor de cigarrillos, luces que se encienden al abrirse las puertas, sistemas de señales laterales o posteriores del coche, etcétera, que no se indican con el fin de no complicar este esquema de principio.

13. Circuito batería a la bocina

Hay diversas señales acústicas utilizadas en los automóviles, que describiré en el momento oportuno. Ahora que estoy presentando los diversos circuitos, separadamente, indico una bocina a vibrador.

El circuito que estámos considerando parte de la batería. Los cables pasan por el interior del tubo del volante de dirección, teniendo este último, en su centro, un botón de varios centímetros de diámetro que, al ser oprimido, establece el circuito de la batería con las bobinas de un electroimán vibrador. Esto ocasiona que un disco (que es, a la vez, la lámina vibratoria del sistema) produzca desplazamientos de la masa de aire contenido dentro de la bocina, generando el sonido característico de las bocinas de automóvil.

El circuito fundamental lo representa la figura 11. Se establece el circuito al apretar el botón situado en el volante. En la parte inferior de la derecha represento un detalle del sistema de regulación y ajuste del vibrador.

14. Circuito batería al indicador de nivel

En todos los coches modernos existe, en el tablero de instrumentos, un indicador con una aguja que señala la cantidad de combustible que hay en el depósito.

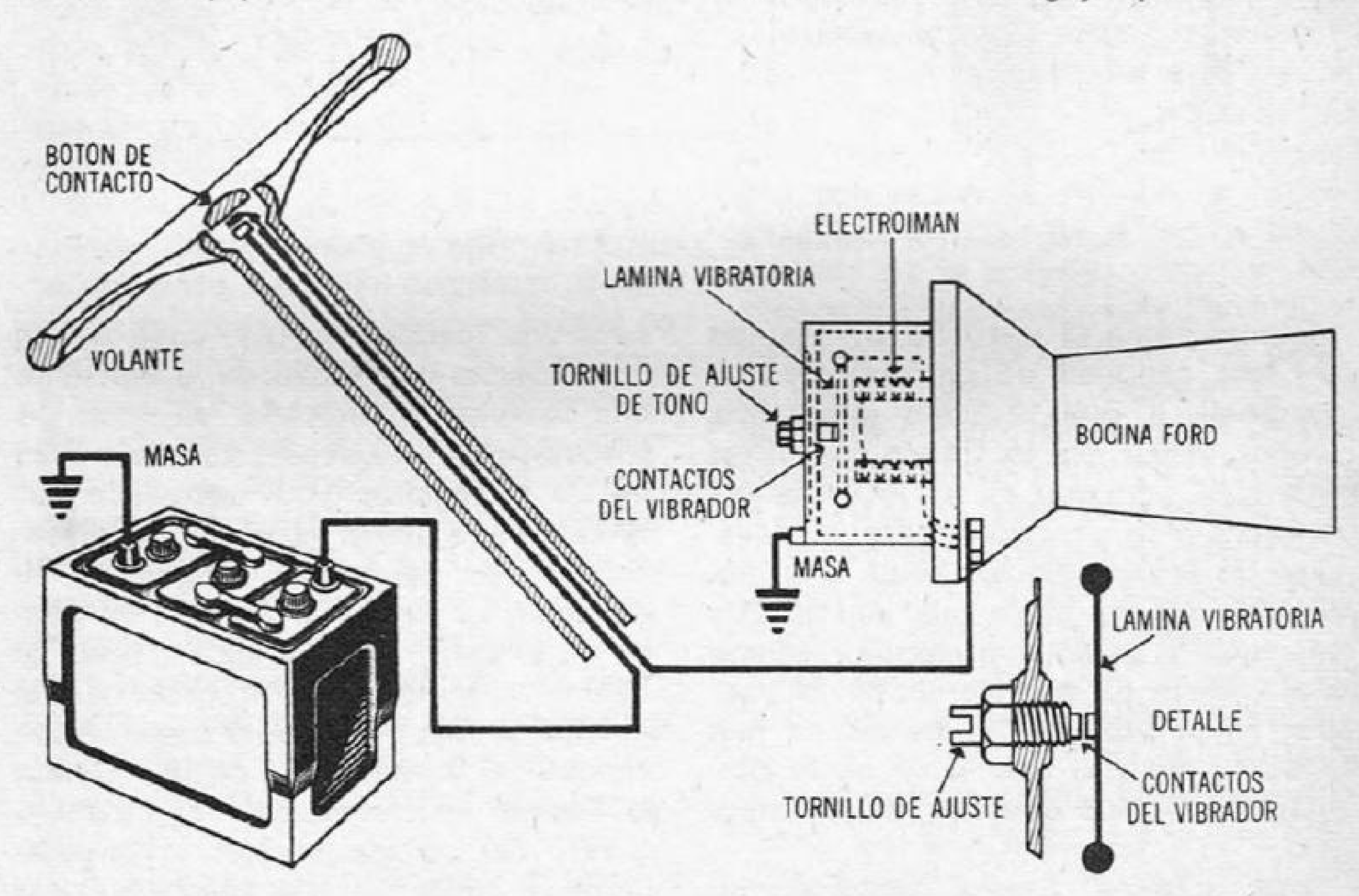


Fig. 11. Sistema de señales acústicas de un automóvil.

El indicador de nivel se compone de dos partes: una situada dentro del depósito de nafta (gasolina) y otra colocada en el tablero de mando. La figura 12 representa el principio de estas dos unidades.

En el depósito hay un potenciómetro (P), cuya maneta es accionada por una boya o flotador, que descansa permanentemente sobre la nafta. Si el depósito estuviese vacío, el contacto que se desliza sobre el devanado del potenciómetro estaría apoyado en el extremo A, por haber descendido el flotador al punto más bajo; en cambio, si el depósito está totalmente lleno, entonces la boya es levantada al punto más elevado, haciendo desplazar el contacto hacia el extremo B. Cuando hay una cantidad de gasolina correspondiente a una posición intermedia (como indico en la figura con línea llena), el contacto se sitúa en la correspondiente posición sobre el devanado de la resistencia. Todo este mecanismo es tan claro que admito que no requiere aclaración alguna; veamos ahora cómo es posible utilizarlo para que en el tablero de mando se nos traduzca por una indicación de la cantidad de líquido que hay en el depósito.

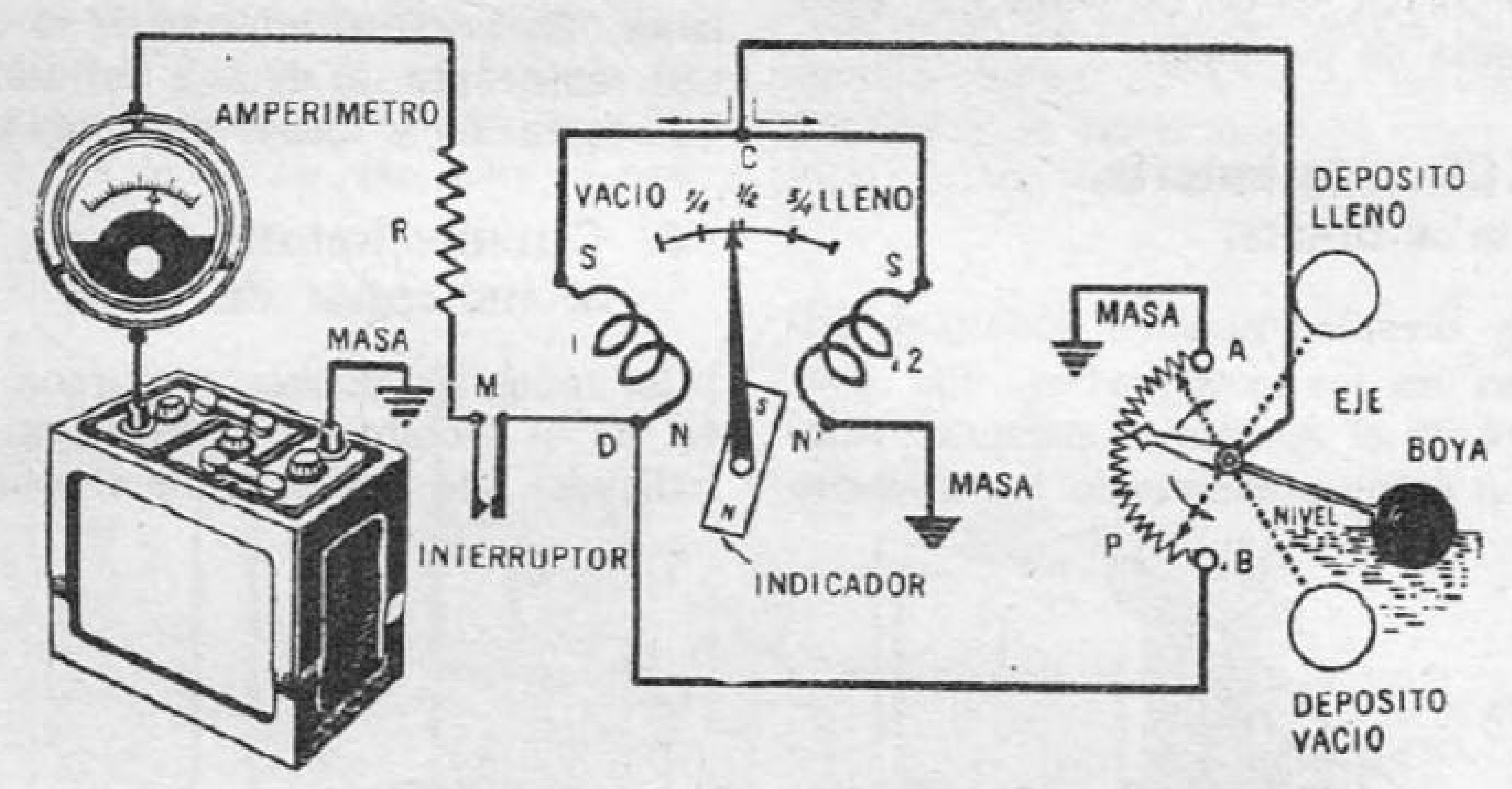


Fig. 12. Sistema indicador del nivel del depósito de combustible.

Dos bobinas, 1 y 2, formando un ángulo entre sí, están construidas de tal forma que tienen sus polos inferiores del mismo nombre. Ante estos polos puede desplazarse una pieza polarizadora (un imán, por ejemplo), libre de poder girar alrededor de un eje horizontal, sobre el que se encuentra fija la aguja que señala sobre un cuadrante graduado; este conjunto es la unidad que se instala en el tablero del coche y que se conoce como el nombre de indicador de nivel de nafta, pero que puede servir para indicar el nivel de un líquido cualquiera: aceite, agua, etcétera.

Veamos ahora cómo funcionan estas dos unidades.

Observando la figura, vemos que la batería suple la energía eléctrica necesaria: un polo está conectado al chasis y el otro se conecta a uno de los bornes del amperímetro, cuya salida va a una resistencia (R), cuyo objeto es limitar la intensidad de la corriente que absorbe el indicador de nivel. A continuación, el circuito pasa a través de un interruptor (M) accionado por la llave que cierra el circuito del encendido de las bujías, llegándose finalmente al punto D. Aquí la corriente se bifurca: por una parte, hacia la bobina 1, y por otra, al borne B del potenciómetro P, cuyo extremo A se conecta a la masa del coche. Desde la maneta que constituye el contacto móvil del potenciómetro, el circuito llega al punto G, bifurcándose hacia los devanados de las dos bobinas, conectándose el extremo de la bobina 1 al punto D y el de la bobina 2 a la masa.

Consideremos ahora el caso en que el depósito está totalmente vacío de combustible. El flotador desciende a su punto inferior y el contacto de la maneta se sitúa sobre el extremo A, lo cual hace que el punto C se en-

cuentre conectado a la masa desde el momento en que la maneta del potenciómetro hace contacto con ella. En estas condiciones se producen los siguientes efectos:

a) La bobina 2, al tener sus dos extremos conectados a la masa, se halla cortocircuitada; la corriente no pasa por su devanado y, por lo tanto, su campo magnético es nulo;

b) La bobina 1, teniendo su borne superior conectado a la masa (punto C), permite que la corriente de la batería, pase totalmente por su devanado, por tener un polo conectado en el borne infeior de la bobina (punto D), y el borne superior cierra circuito (a través de la masa del coche) con la batería. De ello resulta que la bobina 1 formará un fuerte campo magnético, cuyo polo N atraerá al polo S del imán movible; el efecto será desplazar la aguja hacia la izquierda, situándose sobre la nominación vacío del instrumento indicador.

Supongamos ahora que se va poniendo nafta en el depósito. La boya va subiendo, haciendo desplazar el contacto del potenciómetro, con lo cual se produce una bifurcación de corriente; la bobina 2 ya no está cortocircuitada por el retorno al chasis; en consecuencia, su devanado formará un campo magnético que atraerá parcialmente el pequeño imán hacia la derecha, pues hasta el campo de la bobina 1 habrá disminuido con respecto del caso anteriormente estudiado. El instrumento está graduado de tal manera que la aguja señala la cantidad correspondiente de combustible que hay en el depósito.

Finalmente, consideramos el caso de estar el depósito totalmente lleno. El flotador habrá subido al punto más elevado y el contacto del potenciómetro se apoyará en el extremo B; la corriente procedente del nudo D pasará a través de la maneta del potenciómetro, yendo directamente al nudo C, donde se bifurcará entre las dos bobinas, 1 y 2. En estas condiciones, por la bobina 2 pasará el máximo posible de corriente, pues no hay ninguna espira del potenciómetro intercalada; por lo tanto, el campo magnético será el máximo posible, lo cual hará que el imán sea atraído hacia la derecha, señalando la indicación lleno.

15. Polaridad a la masa

Generalmente es costumbre conectar el polo negativo de la batería al chasis (masa), pero, si consideramos lo que sucede, veremos que es conveniente utilizar el polo positivo.

En efecto, si observamos una batería después de un tiempo de estar en servicio en un automóvil, veremos (si es el polo negativo el conectado a la masa) que en el borne + se forma una pasta blancuzca, mientras que en el polo — no hay nada. La causa radica en que la corriente sale del polo + por el cable de alimentación, pero, como está a un potencial positivo con respecto del chasis, hay derivación de corriente a través de las paredes de la batería, que, por estar generalmente impregnadas de residuos de agua acidulada, forman una película semiconductura. Resulta de esto que este circuito da origen a un paso de corriente que ataca por electrólisis al borne y el cable, formándose sales de cobre (verdosas) y de estaño que, con el tiempo, llegan a constituir una pasta sumamente venenosa.

En cambio, si el polo + del acumulador el que se conecta al armazón, esto no sucede, debido a que la corriente pasa francamente al chasis sin tener que atravesar la película acidulada; estando el cable de alimentación a un potencial negativo, la corriente no tiende a ir hacia el chasis y, por lo tanto, el fenómeno de electrólisis no se produce. Por esto, aunque a primera vista pueda parecer que no tiene ninguna importancia la polaridad a que se conecta a masa la batería, vemos que es conveniente utilizar el polo +.

Capítulo III

MEDICIONES ELECTRICAS PRACTICAS

16. Amperímetro para automóvil

Las magnitudes eléctricas que más interesa conocer al técnico electricista de automóviles son la intensidad de la corriente y la tensión. Sólo en casos excepcionales es necesario determinar el valor de las resistencias.

Los instrumentos que miden la intensidad se denominan amperímetros, por medirse la intensidad en amperios; los medidores de la presión eléctrica se llaman voltímetros, por evaluarse la tensión en voltios.

En los autos se emplea un tipo de amperímetro que indica la carga y descarga de la batería. El principio de su funcionamiento lo indico en la figura 13, donde vemos un imán en forma de C entre cuyas extremidades hay situada una pieza de hierro semejante a un rombo alargado, de puntas redondeadas, que puede oscilar sobre el eje en que está montado. Solidariamente con este eje de oscilación está la aguja indicadora de la intensidad que circula por la bobina; uno de sus extremos va conectado al + de la dínamo (generador) y el otro al + de la batería.

El funcionamiento de este amperímetro es el siguiente: los polos N y S del imán producen en C la imantación, por influencia, de la pieza de hierro, apareciendo polos de nombre contrario en las superficies enfrentadas. Mientras no pasa corriente por la bobina, esta pieza de hierro permanece en la posición indicada en la figura: la aguja señala el 0. Al poner en marcha el motor de explosión y, por lo tanto, también la dínamo, la corriente que ésta genera pasa por la bobina de nuestro amperímetro; según vemos por los sentidos de corriente

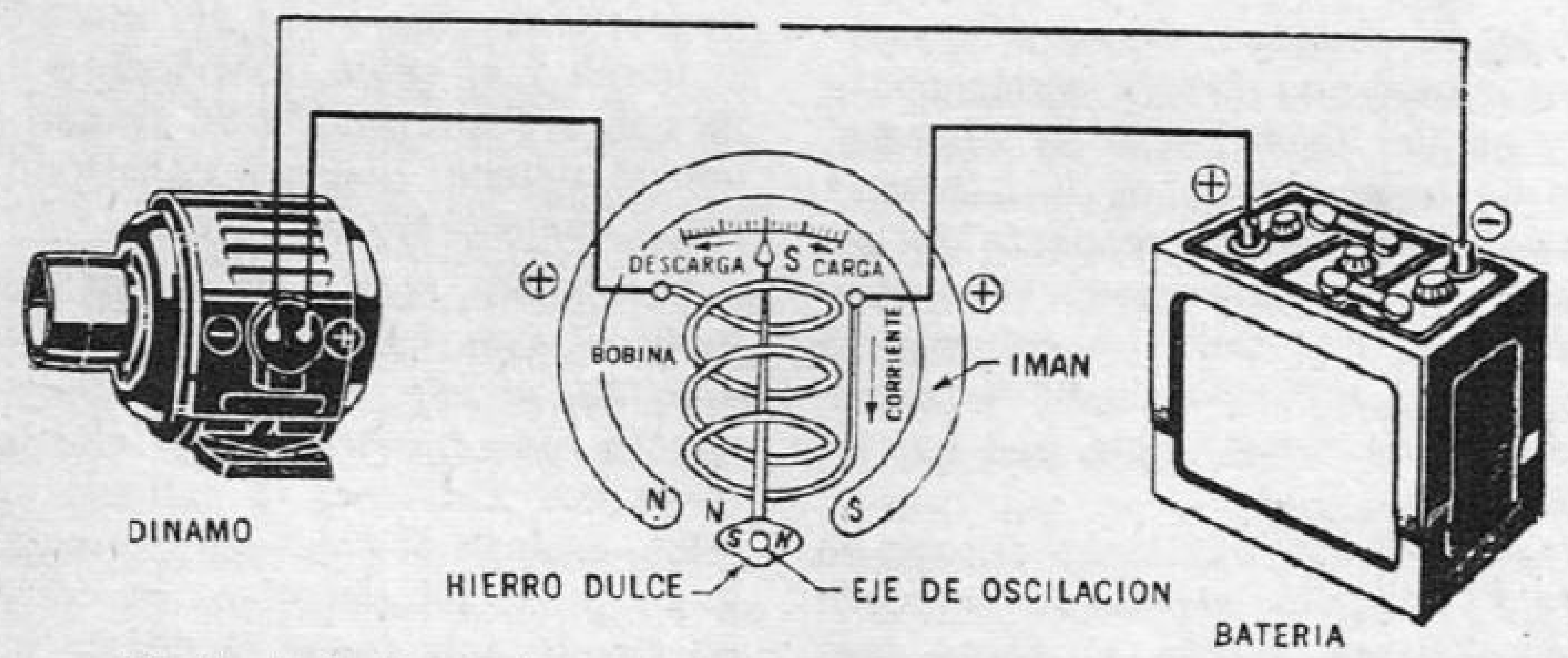


Fig. 13. Indicador de la corriente de carga y descarga de un acumulador.

señalados, en la parte inferior de la bobina aparece un polo N y en la parte superior un polo S. Como polos de nombre contrario se atraen y de la misma polaridad se repelen, la pieza de hierro se verá influenciada por el polo N de la bobina, atrayendo su polo S y repeliendo su polo N: girará sobre su eje de oscilación en el sentido de las agujas de un reloj en la dirección de carga. Si ahora suponemos que la batería se descarga, entonces el sentido de la corriente que pasa por la bobina se invierte y, por lo tanto, aparecerá un polo N en la parte superior y un polo S en la inferior: ahora será atraída la extremidad derecha de la pieza de hierro (polo N) y repelida la izquierda (polo S), haciendo desplazar la aguja hacia la dirección de descarga.

Este amperímetro se denomina de carga y descarga, y se coloca en el tablero del coche con la indicación amperes; la aguja señala el centro de la escala, sobre el 0. Las graduaciones son simétricas de izquierda a derecha, para indicar la carga y descarga de las baterías, con los correspondientes valores, en amperios.

la bobina, y el campo magnético lo forma un conductor rectilíneo.

Haciendo referencia a la figura 14, que representa este instrumento, vemos un imán en C y la pieza de hierro A, en forma de rombo, imantada por influencia. Una pieza en forma de U, también de hierro dulce, sustituye la bobina del instrumento representado en la figura 14. Este hierro en U tiene situada entre sus extremos la pieza A, sometida permanentemente a la influencia del campo magnético del imán en forma de C.

Tan pronto pasa corriente eléctrica por el conductor se forma a su alrededor un campo magnético, cuya intensidad depende de la que tiene la corriente que por él circula. Este campo sigue la ley de la mano derecha; en consecuencia, si la electricidad se propaga de izquierda a derecha, las líneas de fuerza se enroscan alrededor del conductor que señala la figura. Ahora bien, según indico en (b), debido a la proximidad del conductor con la pieza de hierro dulce en forma de U, las líneas de fuerza penetran en ella, y se convierte en un imán. Las líneas de fuerza, circulando según in-

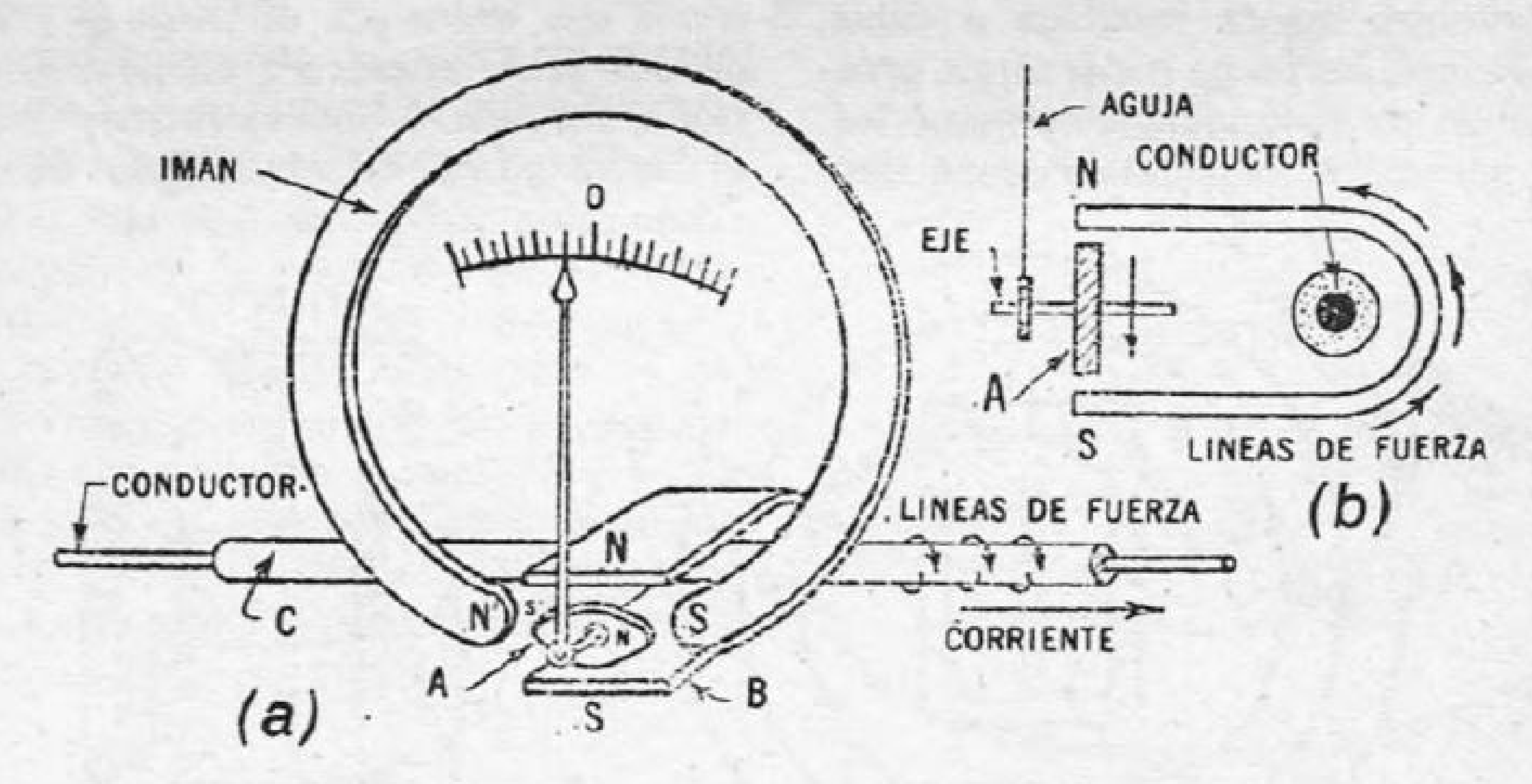


Fig. 14. Principio del medidor de intensidad empleado en los automóviles.

17. Amperímetro simplificado de automóvil

En los automóviles se emplea un tipo de amperímetro fundado en el mismo principio que el descrito, pero sumamente sencillo: se ha suprimido

dico en la figura 14 (b), forman: un polo N en el brazo superior (pasando a través del espacio comprendido entre los extremos de los dos brazos) y un polo S en el extremo inferior. Como en este lugar está la pieza A, en forma de rombo, ella es influenciada

simultáneamente por los campos del imán en forma de C y por el electroimán en U. El resultado es que si la corriente que pasa por el conductor tiene el sentido de izquierda a derecha, tal como indica la figura, la pieza A gira en el sentido de las agujas de un reloj. Si la corriente se propaga de derecha a izquierda, la aguja nos señalará el sentido de la corriente y, además, su intensidad, desde el momento en que el valor del campo del electroimán U depende de la intensidad de la corriente que pasa por el conductor.

Este amperímetro ha sido adoptado en las instalaciones de los autos, donde no se requiere precisión, sino seguridad de funcionamiento, cosa que se obtiene con este instrumento, pues no tiene órganos delicados en movimiento (en rigor, sólo se mueve la aguja indicadora) ni hay bobinas que puedan quemarse, romperse, etc.

18. Amperímetro, indicador de la corriente

En ciertos casos, la utilización del amperímetro queda reducida a saber si la batería se carga o descarga, prescindiendo de toda indicación numérica. Esto ocurre en las instalaciones donde un mismo cable conduce la corriente del motor de arranque y la de la dínamo; entonces pasa por el instrumento de medición una intensidad superior a la de la escala de un amperímetro. Esta clase de instrumento se denomina generalmente por las iniciales de carga, off (sin funcionar, valor 0) y descarga, o sea, por las letras C O D.

Se compone de una bobina de hilo muy grueso, con pocas espiras; en su interior hay un imán en U, que puede oscilar alrededor de un eje vertical, sostenido por dos pivotes [fig. 15 (a)]. Supongamos que la corriente entra por el borne A y sale por B: el polo N se formará sobre el papel, es decir, hacia nosotros, y el polo S hacia atrás, según se indica en (b). El polo N del imán se verá atraído por el polo S del campo de la bobina y el polo N por el polo S del imán, o sea que, según la figura (b), el imán girará en sentido contrario al movimiento de las agujas de un reloj, enfrentando la palabra carga delante de la ventanilla del instrumento [fig. 15 (c)], lo cual indica que la dínamo está enviando corriente a la batería. Si invertimos la corriente, o sea que entre por el borne B y salga por el A, aparecerá un polo N detrás y un polo S ante nosotros; luego, el imán girará en el sentido de las

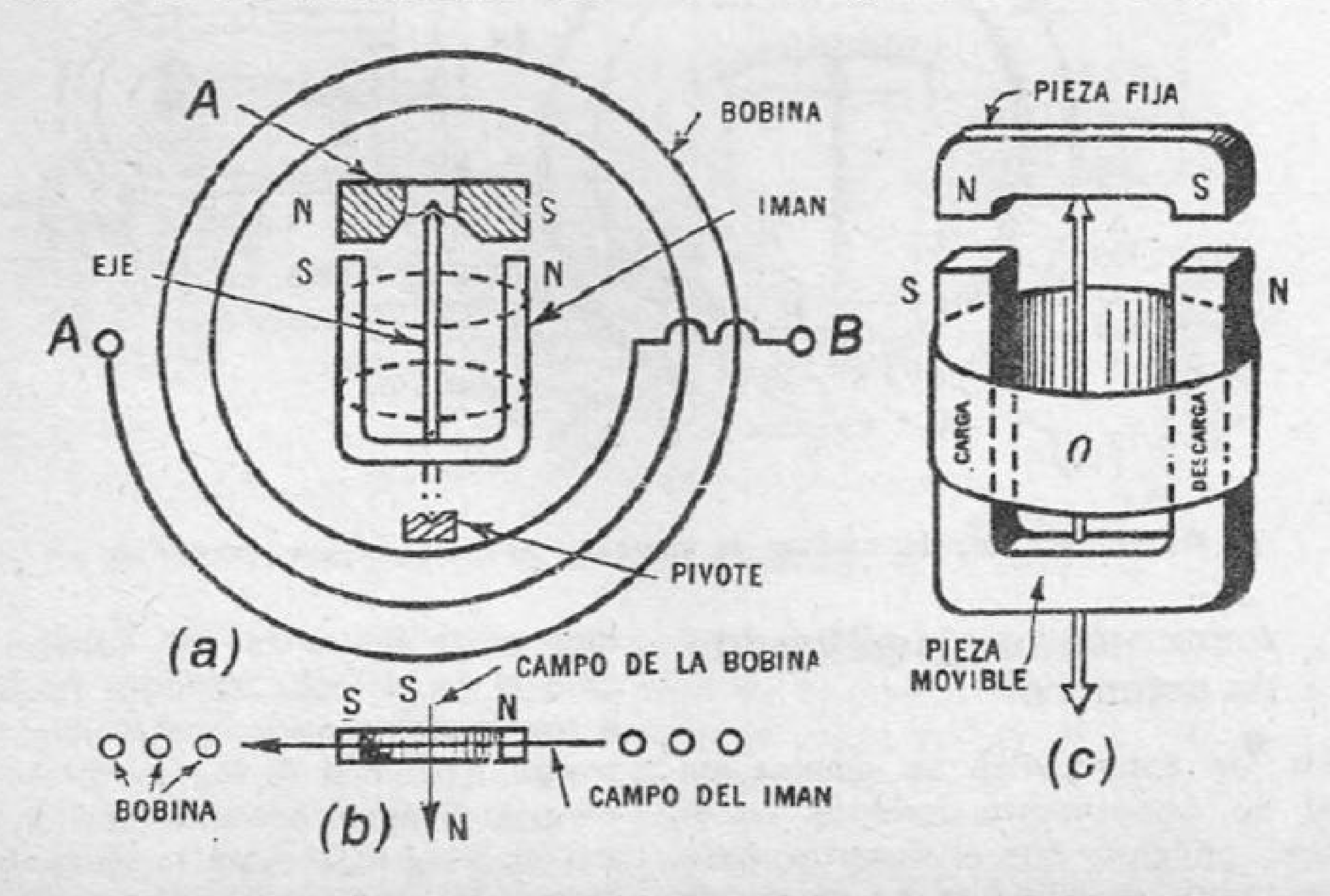


Fig. 15. Fundamento del indicador de carga y descarga de las baterías.

agujas de un reloj, colocando la palabra descarga ante la ventanilla, con lo cual sabremos que la batería gasta energía. En fin, si no hay ni carga ni descarga, por la bobina no pasa corriente y el imán en U no se ve solicitado por ninguna fuerza. En tales condiciones es cuando la pieza A entra en función: es de hierro dulce y, por lo tanto, las líneas de fuerza del imán hacen aparecer polos opuestos, orientándolas de forma que aparece en la ventanilla la palabra off.

19. El voltímetro

Sirve para medir la presión eléctrica. Por lo tanto, se conectan entre los dos puntos cuya tensión se desea medir.

Los voltímetros no difieren de los amperímetros; la diferencia reside en que están construidos con alambre muy fino, para que, ofreciendo muchísima resistencia eléctrica, dejen pasar muy poca corriente; debido a esta débil intensidad que pasa por ellos se recurre a construir la bobina con muchísimas espiras, para que forme el campo magnético lo suficientemente intenso: se compensa la poca corriente con un gran número de espiras.

El voltímetro se utiliza sólo como instrumento de medición en el taller, en un tablero de carga y descarga de las baterías o para comprobar el estado de funcionamiento de la dínamo, la tensión aplicada al motor de arranque, etcétera. En este caso se utiliza siempre un aparato de calidad, cuyo funcionamiento se basa en el llamado sistema de bobina móvil.

20. Voltímetro de bolsillo

Acostumbran a tener la forma de un reloj, con un contacto abajo y un conductor flexible, que termina en un contacto puntiagudo (fig. 16). Este voltímetro adolece del grave defecto que la resistencia de su devanado es muy pequeña, ocasionando errores en la lectura debido a la corriente elevada que absorbe de la batería, descargando a ésta. Por esto sólo debe aplicarse breves instantes, pinchando los bornes de cada elemento.

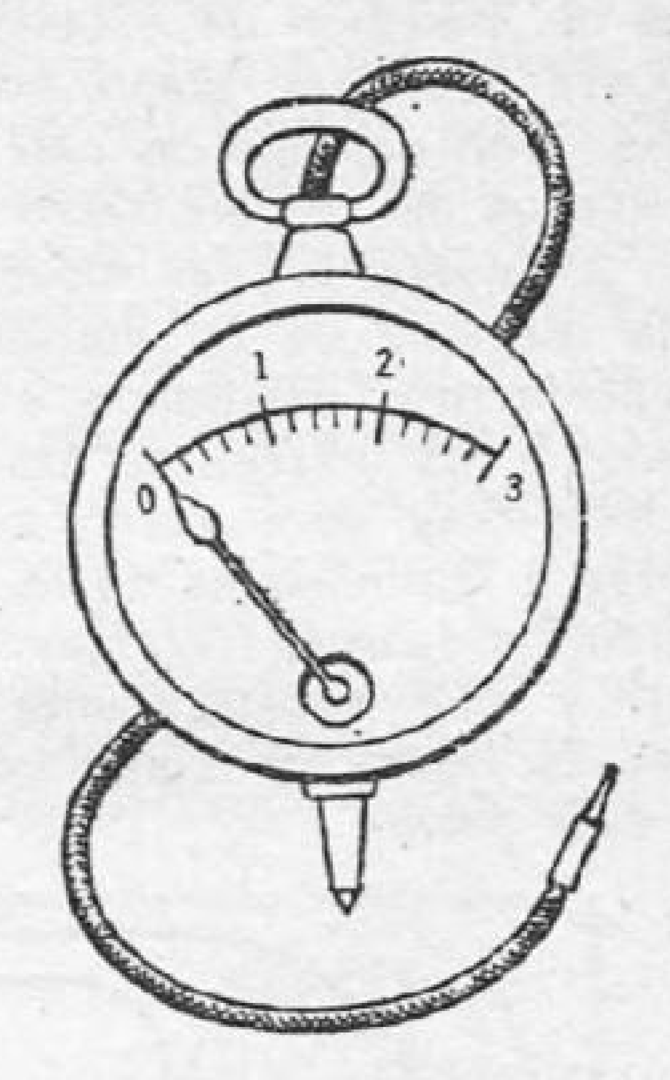


Fig. 16. Voltímetro especial para baterías, tipo de bolsillo.

La figura 17 representa un aparato similar al anterior; en su interior hay una resistencia que entra en acción al apretarse el botoncito colocado en la parte superior del instrumento. Este

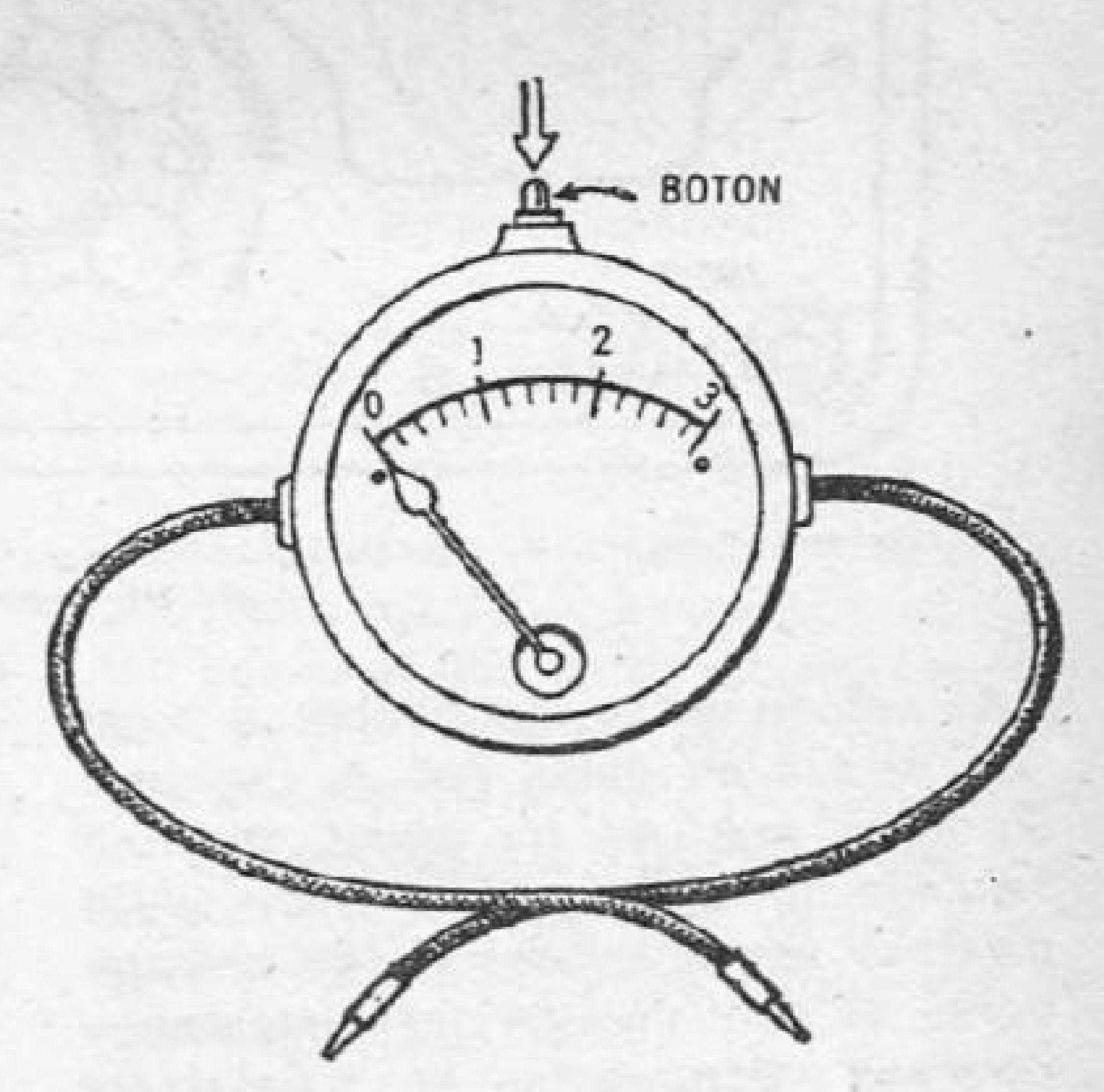


Fig. 17. Instrumento de doble sensibilidad para mediciones de baterías.

aparato se emplea entonces como amperímetro y voltímetro, conectándolo en serie o en paralelo, respectivamente.

21. Instrumentos de precisión

Es conveniente disponer de instrumentos de medición de excelente calidad para efectuar comprobaciones precisas. Son del tipo de bobina móvil, derivados del galvanómetro de Arsonval, adaptados a fines industriales.

Basta disponer de un voltímetro y un amperímetro, existiendo equipos adaptados a los talleres de reparación de automóviles para comprobar las tensiones e intensidades de los diversos circuitos (alumbrado, ignición, etcétera), y muy especialmente de la batería. La figura 18 ilustra un equipo de esta clase.

se pueden medir las tensiones de los elementos de la batería, resistencia de conductores y de puntos de contacto, etcétera.

Una unidad compuesta de un amperímetro y voltímetro de precisión debe poseerla todo taller de reparación de automóviles y de carga de baterías, para poder determinar con exactitud la causa del mal funcionamiento de los diversos sistemas eléctricos de los automóviles.

22. Medición de la potencia

Para saber la potencia que absorbe un aparato, motor, etcétera, podremos evaluarla aplicando la fórmula

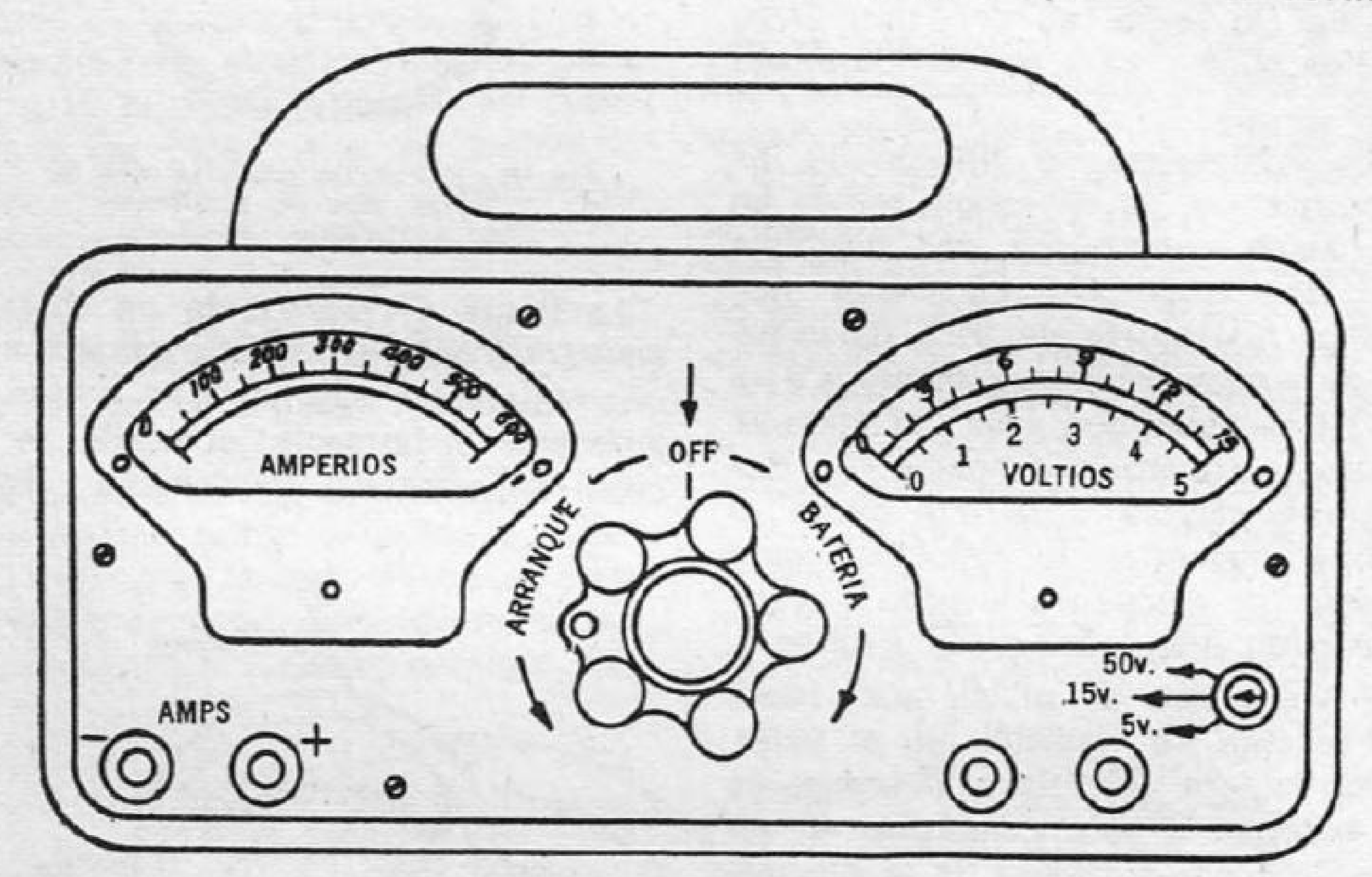


Fig. 18. Conjunto de instrumentos de medición empleados para comprobar las batería de acumuladores.

El amperímetro acostumbra a tener una escala de hasta 600 A, habiendo modelos que, en un shunt, pueden también medir 6 A y 60 A, con cuyas diversas sensibilidades puede comprobarse el consumo de las lámparas y diversos instrumentos de señales; la escala de 600 A está exclusivamente reservada para medir el consumo del motor de arranque.

El voltímetro es de alta resistencia, no debiendo ser menor de varios centenares de ohmios por voltio en las escalas de 5 V y 15 V, con lo cual

[4]: $W = I \times U$, utilizando un voltímetro y un amperímetro para averiguar los valores de I y de U.

EJERCICIO PRACTICO

■ Se desea averiguar la potencia que absorbe de la batería el motor de arranque de un Ford 1926, en el momento de poner en marcha el motor de explosión y sin carga alguna.

Solución

Dispongamos el esquema indicado en la figura 19, donde represento una batería de 6 V, cerrando el circuito de entrada del motor de arranque a través del correspondiente botón de

contacto; se ha dispuesto un amperímetro en serie, para averiguar la intensidad, y un voltímetro en los bornes del motor. Puesto en marcha en vacío, se han obtenido estas lecturas:

intensidad = 50 amperios, tensión = 5,6 voltios.

Aplicando la fórmula [4]: P = U × I, tendremos, sabiendo que en este caso U = 5,6 V e I = 50 A,

$$P = 5{,}6\ V \times 50\ A = 280\ W$$

Haciendo funcionar el motor a explosión, se han leído los siguientes valores en los instrumentos de medición:

intensidad = 123 A, tensión = 5,2 V.

Aplicando la misma fórmula, hallaremos ahora

$$P = 5{,}2\ V \times 120\ A = 624\ W.$$

da; no obstante, las siguientes cifras darán una idea bastante aproximada.

Motor de arranque. En días fríos de invierno puede necesitar de 3 000 a 4 000 W al poner en marcha por primera vez el motor de explosión, mientras que después, cuando ya el motor está caliente, bastarán 300 a 400 W. Por esto, en tales circunstancias conviene, con la maneta, dar unas vueltas al eje motor para despegar las piezas (pistones de los cilindros, bielas del cigüeñal, engranajes diversos, etcétera), facilitándose de esta manera la puesta en marcha del motor. En general, puede admitirse que el motorcito de arranque consume de 400 a

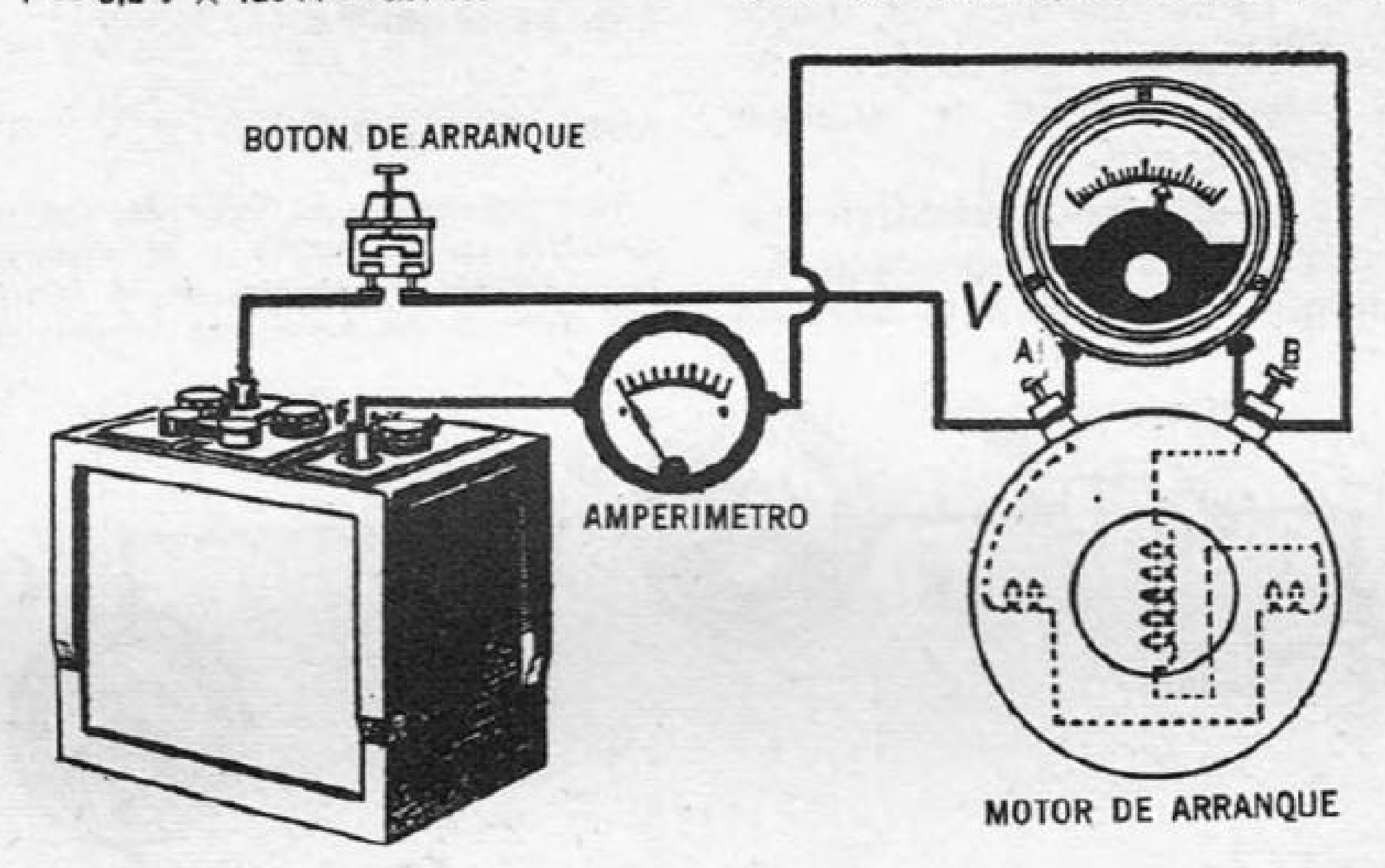


Fig. 19. Circuito de un motor de arranque indicando cómo deben conectarse los instrumentos de medición: el amperímetro en serie y el voltímetro en derivación.

4 000 W, según el tipo de coche en que está instalado; en ciertos vehículos pesados, con motor Diesel, el motor llega a consumir hasta 12 000 W, que, con una batería de 12 V, representa un consumo de 1 000 A, y con una batería de 24 V (que es la que acostumbran a utilizar estos vehículos) el consumo es de 500 A.

Para tener una idea de la potencia que debe tener la dínamo de un automóvil es necesario saber cuál será el consumo de los diversos aparatos y accesorios que deben ponerse en funcionamiento y el tiempo que éste dura. Desde luego, sólo es posible tener una idea aproximada, pues hay algunos que sólo funcionan breves instantes, como ser el motorcito de arranque; otros funcionan permanentemente: el sistema de ignición y luces (de noche); en fin, la mayoría lo hacen circunstancialmente: señales acústicas y luminosas, etcétera. Debido a esta forma irregular de funcionamiento, es difícil establecer la potencia consumi-

Faros y luces. Como promedio, los faros consumen de 10 a 150 W los de foco largo y de 50 a 60 W los de foco corto. Los pequeños faros laterales, de ciudad, consumen unos 10 W, mientras que las lámparas de la matrícula, del techo del interior del coche, del

tablero de instrumentos, de las flechas de dirección lateral, de las luces rojas y de parada, acostumbran a ser de 5 W cada una.

Accesorios. El limpiaparabrisas consume generalmente 15 W por unidad, de manera que si hay dos, gastan 30 W; la visera térmica gasta como promedio, 10 W; la bocina consume de 25 a 50 W; y la radio, de 200 a 400 W.

Ignición. Es el más indispensable para el funcionamiento del coche y es el que menos electricidad consume: de 10 a 20 W. Esto explica por qué, aún cuando se considere descargada la batería, sin funcionar el motor de arranque ni otros aparatos, el motor de explosión sigue funcionando, debido a la exigua cantidad de energía eléctrica que necesita.

Las cifras anteriores demuestran que si la dínamo tuviese que producir toda la energía necesaria a la vez, en forma permanente, tendría que ser muy potente, pero como la mayoría de los aparatos funcionan en forma intermitente, basta una dínamo de reducida potencia, utilizando la batería como almacenaje de energía y empleando reguladores que permiten obtener una tensión prácticamente constante de la dinamo, no obstante funcionar ésta a velocidades casi siempre variables.

23. Medición de resistencias

La resistencia de un conductor puede determinarse fácilmente mediante un amperímetro y un voltímetro. En efecto, según la fórmula [2]: R = U ÷ I, sabiendo la tensión que se aplica a los bornes de una resistencia y la intensidad que la recorre, es posible determinar su valor en ohmios.

Consideremos (fig. 20) una resistencia R cuyo valor deseamos determinar. Se conecta, en serie, un amperímetro y una pila seca, y en los bornes de la resistencia se conecta un voltímetro para determinar, lo más exactamente posible, la presión eléctrica que se le aplica.

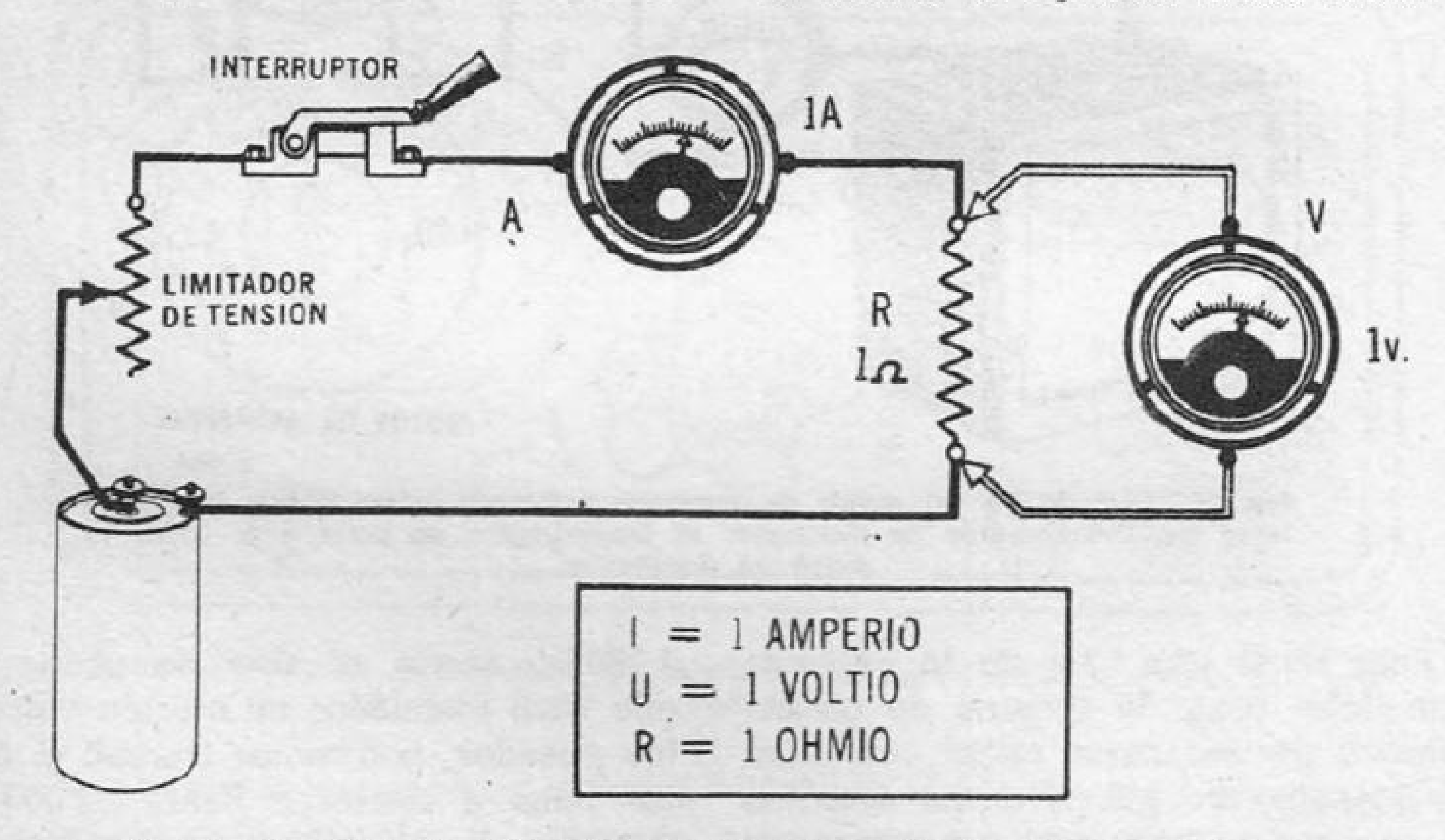


Fig. 20. Procedimiento industrial para determinar el valor de una resistencia.

EJERCICIO PRACTICO

Para determinar el valor de una resistencia mediante un voltímetro y un amperímetro, se ha realizado el esquema de la figura 20. Se han obtenido los siguientes valores: tensión = 1,5 V, intensidad = 4,2 A. Determinar el valor de la resistencia, en ohmios.

Solución

Aplicando la fórmula [4]: R = U ÷ I, tendremos

resistencia = 1,5 V ÷ 4,2 A = 0,35 Ω.

Este procedimiento es suficiente para los fines prácticos y se puede determinar rápida y fácilmente la resistencia

de los bobinajes de las dínamos, motores de arranque y los diversos accesorios que intervienen en las instalaciones de los automóviles. Es preciso tener mucho cuidado al elegir la tensión de la fuente de energía eléctrica, puesto que si la resistencia fuese muy pequeña, se produciría un verdadero cortocircuito de la batería. En efecto, consideremos, para ilustrarlo con un ejemplo numérico, que la resistencia fuese de 0,1 Ω (una décima de ohmio) y que la tensión se obtuviese de una batería de 6 V; el valor de I sería de $I = U \div R$, o sea, $I = 6\ V \div 0{,}1\ \Omega = 60\ A$, que es una intensidad muy elevada para absorberla de un acumulador durante el tiempo, relativamente largo, que duran las lecturas.

En consecuencia, es prudente emplear un solo elemento de la batería o, lo que es muy recomendable, una pila seca de 1,5 V; una vez que se tiene idea de la magnitud de la corriente que pasa, entonces puede utilizarse una batería de acumuladores, pues ésta tiene la ventaja de mantener constantes las lecturas, cosa que no siempre es posible obtener con una pila seca, debido a que se polariza muy rápidamente, disminuyendo la intensidad y la tensión.

SEGUNDA PARTE

EL ACUMULADOR ELECTRICO

Capítulo IV

NOCIONES FUNDAMENTALES

24. Generalidades

Puede decirse que un automóvil es una pequeña central eléctrica, siendo el acumulador el que recibe y entrega la electricidad a medida que es producida por la dínamo y consumida por las bujías, luces, señales y el motor de arranque. La batería de un auto es su parte vulnerable, la que trabaja más rudamente y, generalmente, la que menos cuidado recibe.

Se exige del acumulador un uso constante y un rendimiento forzado, con el fin de asegurar un máximo de energía disponible con el mínimo de espacio y de peso. Por si todo esto fuese poco, en los momentos de puesta en marcha del coche se produce una descarga tan grande que equivale a un cortocircuito. Y bien, si observamos cómo se cuida la batería, veremos, con verdadero asombro, que casi siempre su atención se reduce a restablecer el nivel, añadiéndole agua, sin averiguar si éste es el tratamiento que requiere, pues bien puede suceder que un exceso de evaporación sea producido por un defecto del acumulador.

Si bien existen varias clases de baterías eléctricas, en los automóviles sólo se utiliza la de plomo, siguiéndole en importancia la de hierro-níquel (acumulador Edison), muy empleada en los Estados Unidos. Resiste admirablemente los golpes y las descargas bruscas sin perjudicarse lo más mínimo; puede dejarse descargada tanto tiempo como se quiera sin que se deteriore y, además, tiene una duración cuyo promedio es de 12 a 15 años de servicio continuo y trabajo rudo. En cambio, el acumulador de plomo del tipo empleado en los automóviles, utilizado en las mejores condiciones y cuidados, sólo dura de 3 a 5 años, como promedio.

25. Cómo funciona el acumulador de plomo

Consideremos un recipiente de vidrio (fig. 21) en el cual colocamos un líquido preparado con nueve partes de agua y una de ácido sulfúrico: es lo que se llama un electrolito. Sumergidas en él, dispondremos dos placas de plomo, separadas y conectadas a los dos bornes centrales de un acumulador, cuyo objeto es conectar las placas, primero a una batería de dos pilas eléctricas y luego a un instrumento de medición.

Empecemos por colocar el conmutador hacia la izquierda, con lo cual quedan conectadas las pilas con las placas de plomo. Observaremos, al cabo de poco tiempo, que sobre la lámina positiva se deposita gran número de burbujitas, llegando a formar una verdadera película sobre toda su superficie. Obtenido este resultado, se pasa el conmutador hacia la posición de la derecha, quedando así conectadas las placas de plomo con el ins-

trumento de medición; observaremos que la aguja sufre instantáneamente una deflexión, señal evidente de que hay paso de corriente eléctrica. Al cabo de poco tiempo veremos que la desviación disminuye, hasta anularse totalmente.

Veamos qué ha sucedido. La corriente procedente de la batería de pilas, al aplicarse a las placas de plomo, cierra el circuito a través del espacio comprendido entre las dos placas (debido a la buena conductibilidad del electrolito), pasando del polo + al −, para llegar al polo − de la batería. Este paso de corriente a través del electrolito ocasiona su descomposición, siendo el resultado las burbujas que aparecen sobre la placa conectada en el +. Luego, ya vemos que nos encontramos en presencia de un fenómeno de descomposición química producido por la corriente eléctrica. Inversamente, cuando conectamos el conmutador hacia la derecha, se recomponen los elementos descompuestos, reapareciendo energía eléctrica.

Hemos explicado el principio en que se basan los llamados acumuladores eléctricos. Vemos que no se acumula energía eléctrica, sino que la corriente produce la alteración de un estado químico, estado que persiste tanto tiempo como se desee, manteniendo el acumulador cargado; cuando se produce el fenómeno de la descarga, se recomponen los elementos primitivos del electrolito, dando lugar a una transmutación de una forma de energía en otra: la reacción química de recomposición del electrolito hace aparecer en los bornes de las placas de plomo lo que denominamos energía eléctrica.

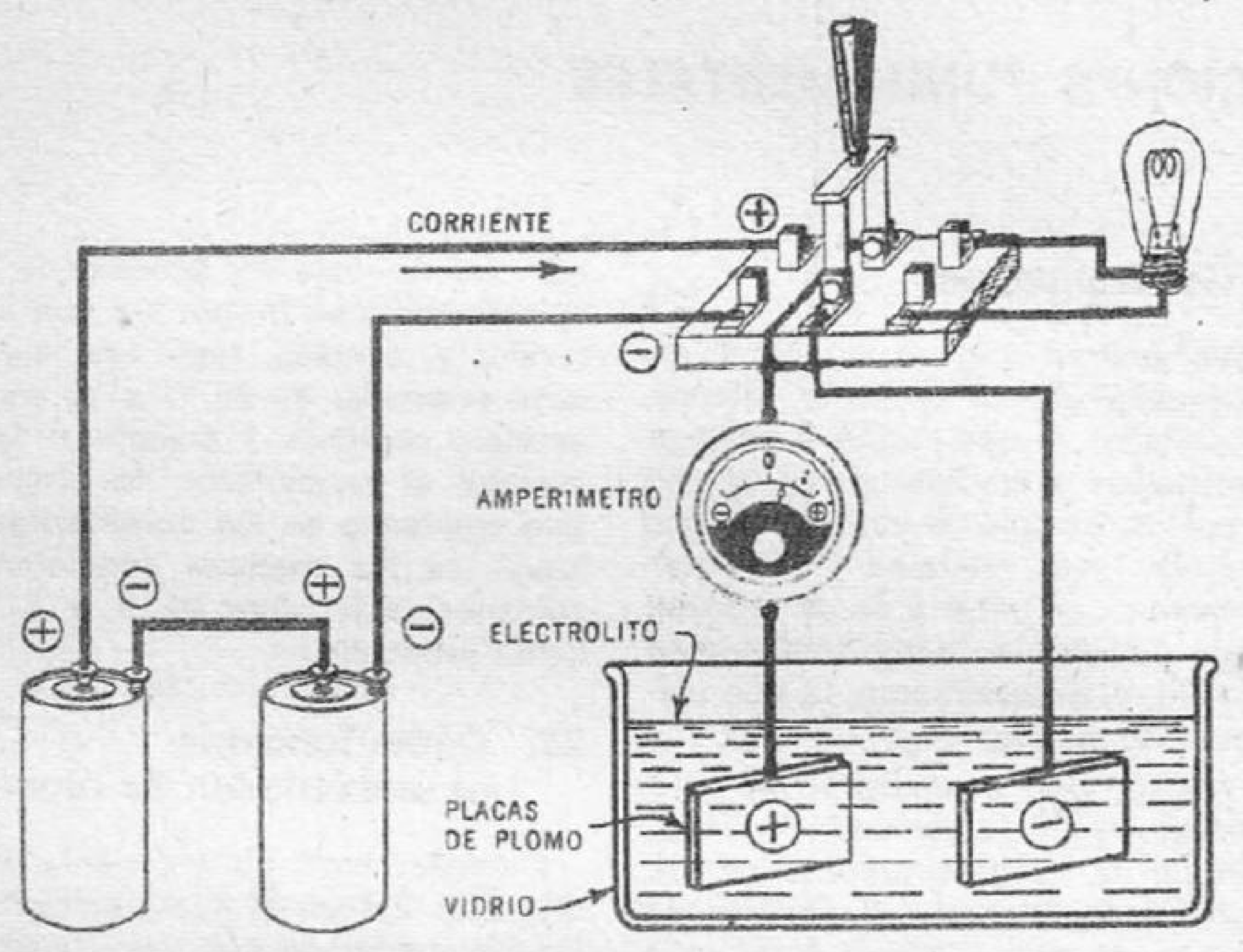


Fig. 21. Principio experimental del acumulador eléctrico.

26. El acumulador de automóvil

El uso de la batería de un automóvil tiene tan múltiples aplicaciones que, en realidad, es una verdadera central de energía eléctrica: sirve para poner el motor de explosión en marcha, suplir la corriente para todo el sistema de iluminación, alimentar el radioreceptor del coche, mover los diversos controles de señales, hacer funcionar los diversos dispositivos acústicos (klaxon, bocina, etcétera), así como para proporcionar la electricidad que requiere el encendedor de cigarros, el

limpiaparabrisas, etcétera. Realmente, la batería de los automóviles trabaja a un régimen terriblemente forzado, siendo ésta la causa de que dure relativamente poco, por ser, generalmente, la más mal cuidada de todas las baterías en uso.

La batería de auto tiene tres elementos y su aspecto exterior lo indicamos en la figura 22. La tensión entre sus bornes extremos es, por consiguiente, del orden de unos 6 V, según sea su estado de carga.

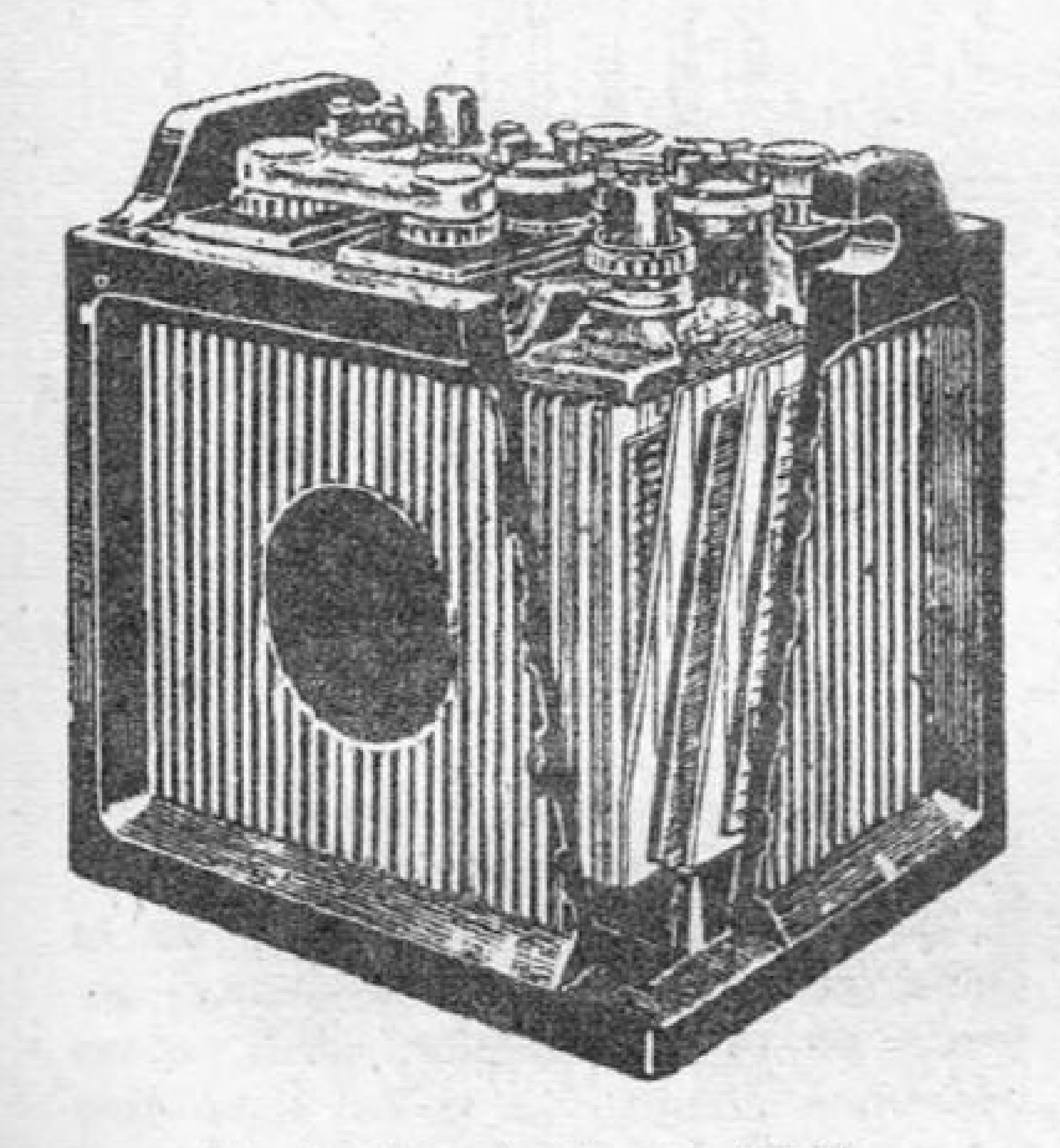


Fig. 22. Aspecto de una batería de acumuladores para automóvil.

Los elementos tienen recipiente de vidrio si la caja es de madera, y forman parte del mismo block si éste es de materia moldeada. Cada uno de estos compartimentos forma un elemento, el cual contiene dos juegos de placas, con un terminal en cada grupo, y un tapón en el centro, destinado a inspeccionar el elemento y para poner electrolito o agua destilada cuando sea necesario. Observamos también que los tres elementos están conectados uno a continuación del siguiente, o sea, en serie, formando los terminales extremos los dos polos de la batería: el polo + y el polo −.

Las placas de los dos grupos, denominadas, respectivamente, positivas y negativas, están separadas por unas láminas de sustancia aislante, destinadas a permitir el paso del electrolito sin que las placas se toquen entre sí. El electrolito se mantiene a un nivel que sobrepasa un centímetro la altura de las placas; es éste uno de los puntos fundamentales del cuidado de las baterías de acumuladores: que nunca dejen de estar totalmente sumergidas en el electrolito.

Por consiguiente, vemos que una batería de acumuladores, del tipo empleado en los automóviles, se compone de las siguientes partes:

a) Un receptáculo conteniendo los tres elementos;

b) Tres juegos de placas positivas y tres de negativas;

c) El electrolito o líquido conductor;

d) Diversos accesorios: bornes, barras de unión, etcétera.

Sólo nos ocuparemos de dar una ligera descripción de las placas y la manera de preparar el electrolito.

27. Placas positivas y negativas

Cada elemento está compuesto de dos juegos de placas, uno de positivas y otro de negativas. La figura 23 presenta cómo están interpuestas y conectadas entre sí.

Observamos que el número total de placas es siempre impar, habiendo en el grupo negativo una placa más que en el positivo. Precisamente este detalle sirve para identificar por sí solo cuales son las placas negativas: siempre ocupan los lugares extremos que cierran el paquete de cada elemento.

Hay otro detalle que permite identificar la polaridad de las placas a simple vista: las positivas tienen un color marrón, semejante al café, mientras que las negativas son grises.

Las placas de distinta polaridad no deben tocarse, interponiéndose entre ellas láminas de madera, goma u otras sustancias compuestas, capaces de re-

sistir la acción del electrolito. Estas piezas, denominadas separadores, están taladradas para que entre las placas contiguas puedan pasar fácilmente los elementos resultantes de las reacciones producidas por las cargas y descargas de la batería.

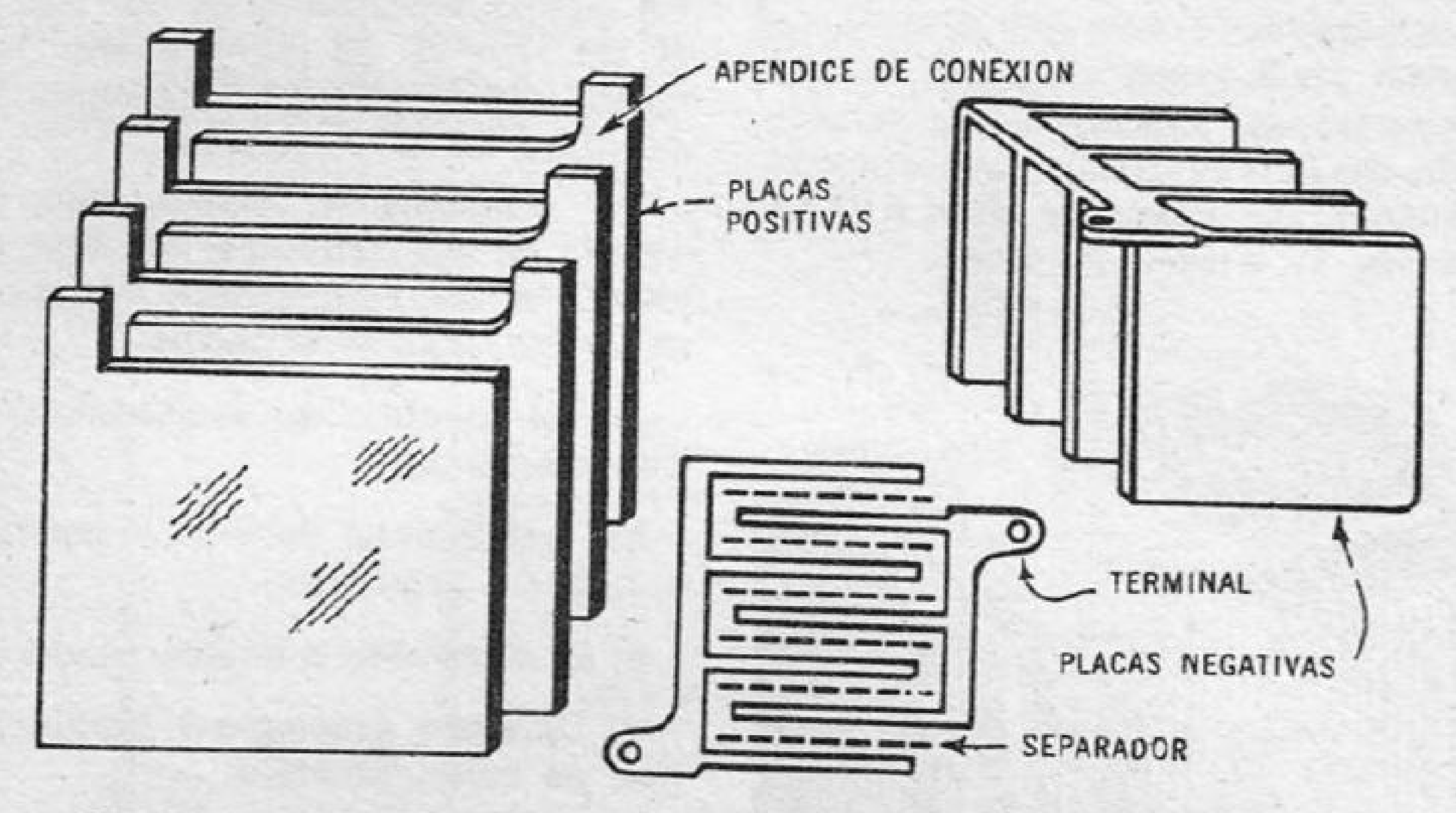


Fig. 23. Grupos de placas de un elemento de siete placas: cuatro son negativas y tres positivas.

Las placas tienen un apéndice (figura 24), destinado a su conexión, mediante una pieza en forma de T invertida (fig. 25), que sirve, a la vez, de terminal del grupo de placas así formado.

28. Electrolito

Es el líquido que llena los compartimentos de una batería. Se compone de ácido sulfúrico (fórmula química: SO_4H_2) y agua (H_2O) en la proporción de dos partes de ácido y cinco de agua, en volumen, es decir que si se tratase de preparar 7 litros de electrolito, se mezclarían 2 litros de ácido sulfúrico y 5 litros de agua destilada. La densidad que resulta de dicha mezcla está comprendido entre 1 280 a 1 300, a una temperatura de unos 20° C.

La densidad del electrolito es la guía más segura para averiguar el estado de un acumulador, pues, como veremos luego, su peso específico aumenta durante el proceso de carga y disminuye en el de descarga. La densidad del electrolito se mide con un densímetro.

El densímetro. Se compone de un tubo de vidrio de unos 3 cm de diá-

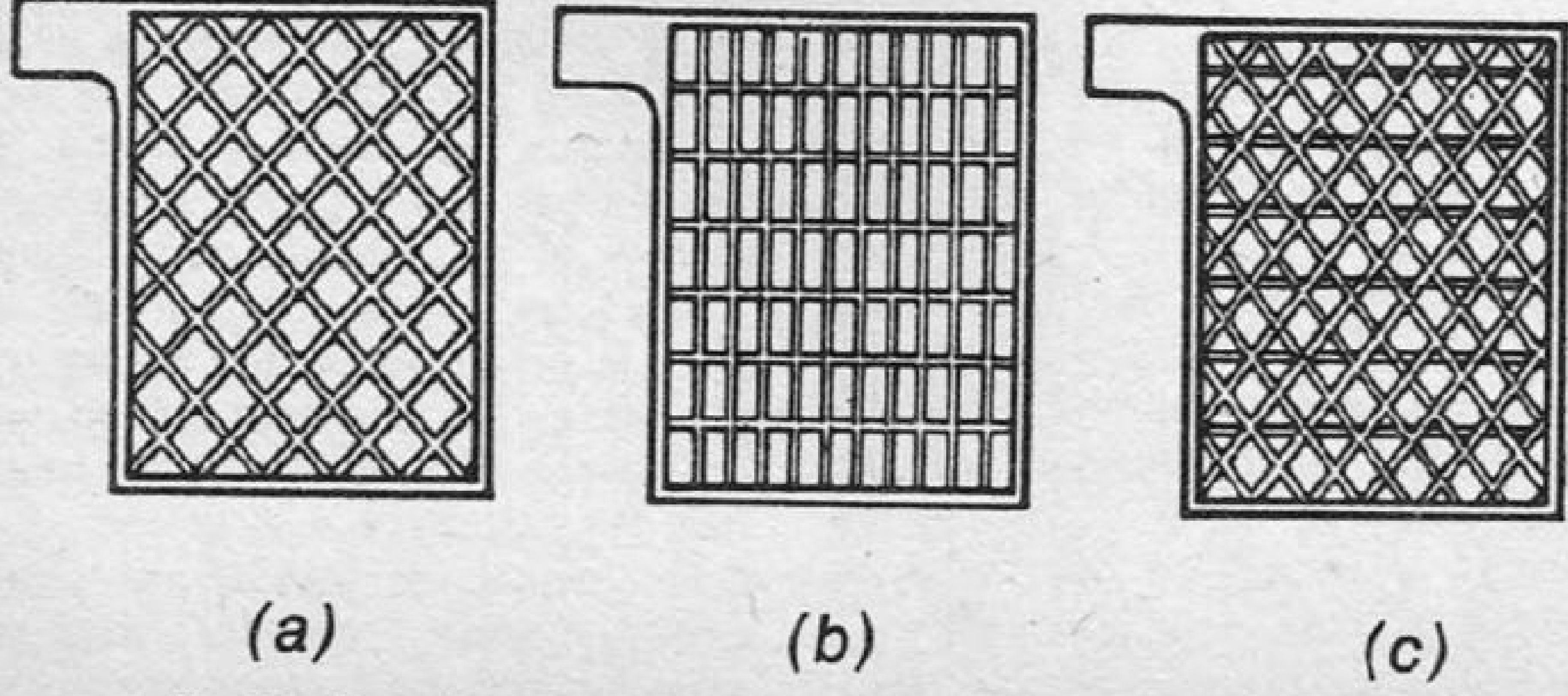


Fig. 24. Diversos aspectos que afectan las estructuras de las placas.

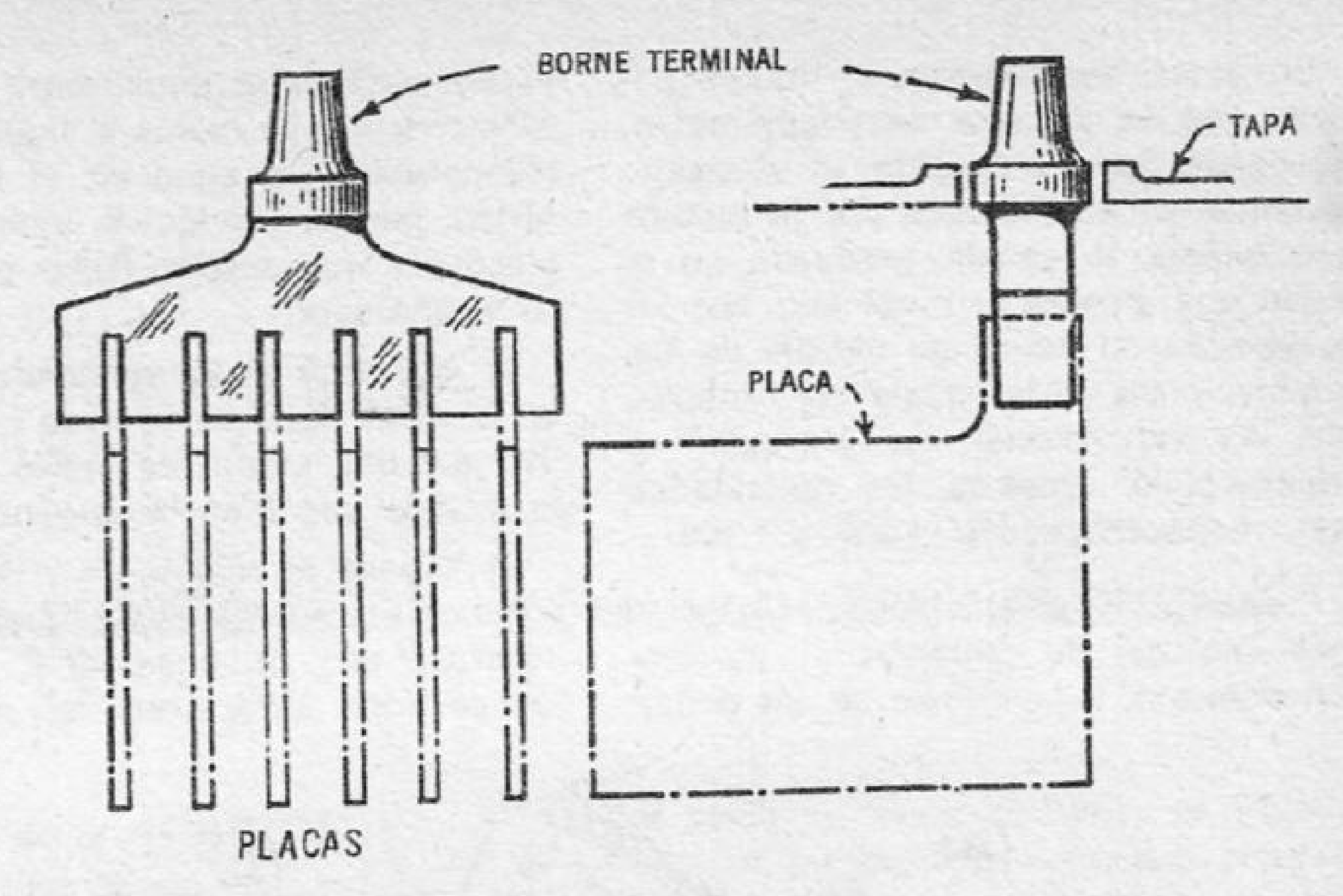


Fig. 25. Borne de conexión para unir las placas de una misma polaridad.

metro, dentro del cual hay un flotador, graduado, con un contrapeso en su parte inferior, compuesto por una cantidad de perdigones. Para averiguar la densidad de un líquido se presiona con una mano la pera de goma y se sumerge la punta del tubo del densímetro en el líquido cuya densidad se quiere averiguar y luego se va distendiendo la mano.

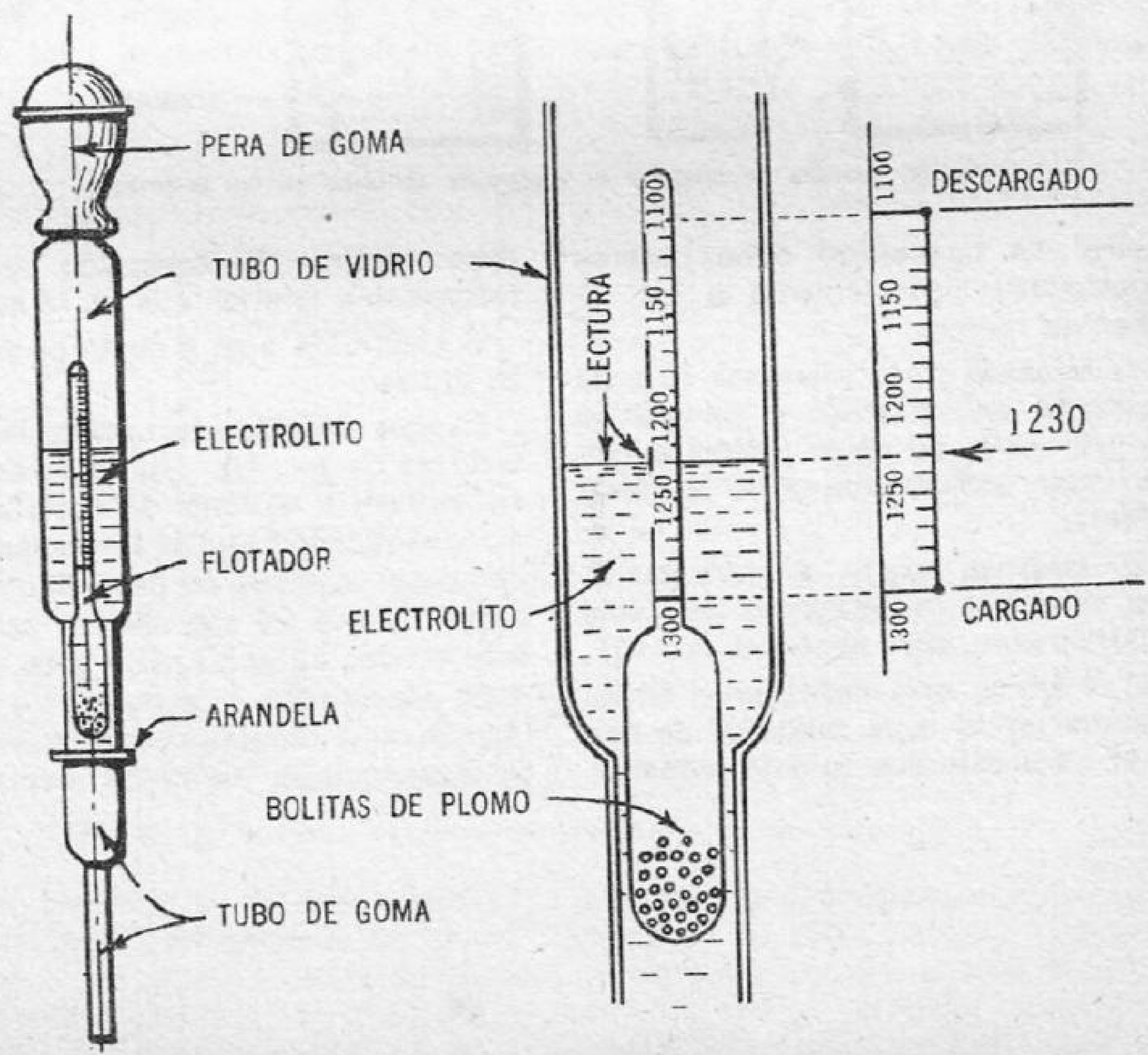


Fig. 26. Densímetro utilizado en las baterías de acumuladores.

En estas condiciones, el líquido penetra en la cámara del densímetro, quedando así sumergido el flotador; la densidad es indicada por la lectura que señala la escala graduada en el punto que alcanza el nivel (fig. 26). A la derecha se indica un detalle de las graduaciones de la escala del flotador, con las indicaciones de "cargado" y "descargado" cuando las densidades son, respectivamente, 1 300 y 1 100.

Preparación del electrolito. La forma más racional de preparar el electrolito consiste en servirse de un densímetro y un termómetro, según indica la figura 27 (b). Nunca verter el agua en el ácido sulfúrico, porque produciría violentas salpicaduras que pueden dañar gravemente al operador;

4) Mientras se va vertiendo el ácido en el agua debe removerse el electrolito con una varilla de vidrio para que la mezcla sea bien homogénea;

5) Tápese el recipiente y déjese enfriar el electrolito hasta que su temperatura sea de unos 30° C (tocando las paredes exteriores del recipiente

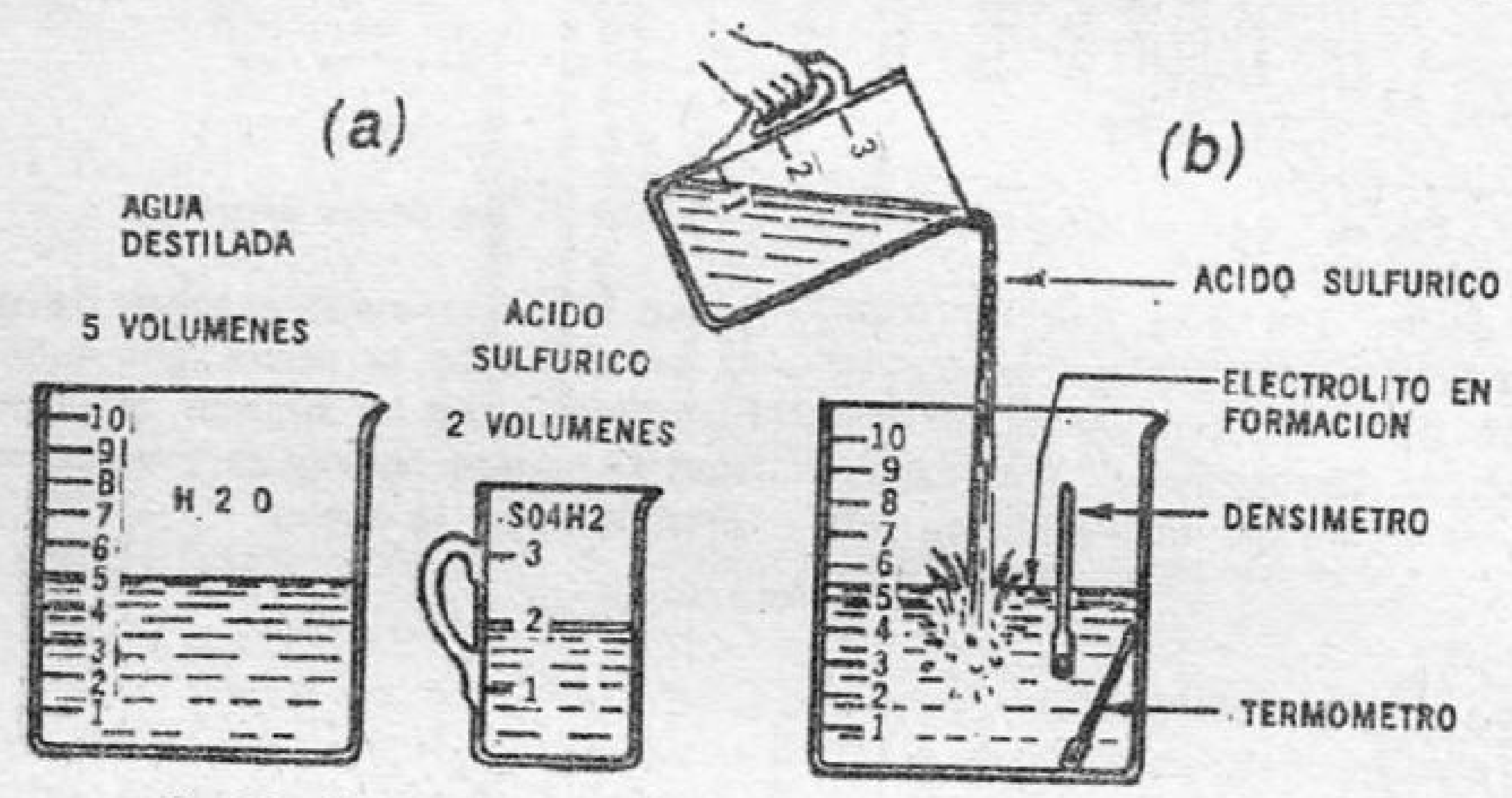


Fig. 27. Manera de preparar el electrolito utilizado en las baterías.

metro. La operación debe hacerse ajustándose rigurosamente a las siguientes normas:

1) Mídanse cinco porciones de agua destilada, en volumen, y colóquense en una vasija de tierra, cristal o plomo; todo otro cuerpo debe ser desechado;

2) Mídanse aparte, en otra vasija, dos porciones, en volumen, de ácido sulfúrico puro, cuya densidad es 1,835;

3) Viértase muy despacio el ácido sulfúrico en el agua, cuidando de que en el electrolito que se está formando se encuentren un densímetro y un termómetro, según indica la figura 27 (b).

debe sentirse la sensación de una temperatura inferior a la de la mano).

El electrolito está a punto de poderse utilizar.

El agua destilada la reciben las estaciones de servicio y los talleres que se dedican a la carga de baterías en grandes recipientes. Las farmacias venden agua destilada en pequeñas cantidades, lo que es conveniente saberlo para cuando se va de viaje y es necesario añadir agua a la batería, o para tenerla como reposición cuando se cuida el acumulador del coche propio.

Capítulo V

COMO FUNCIONA EL ACUMULADOR DE PLOMO

29. Carga y descarga

Las explicaciones siguientes están destinadas al hombre práctico que quiere comprender el funcionamiento de los acumuladores sin estudiarlo mediante las fórmulas químicas; por esto hemos adoptado el método gráfico.

Batería totalmente cargada. Los elementos, en estado de plena carga, tienen toda la materia activa de las placas positivas y de las negativas bajo la forma de peróxido de plomo (PbO_2) y de plomo esponjoso puro (Pb), respectivamente. En tales condiciones, el electrolito tiene diluido todo el ácido sulfúrico (SO_4H_2): es cuando alcanza su máxima densidad, pues el ácido sulfúrico tiene un peso específico de 1,830, y el agua destilada de 1,000; estando diluido en el electrolito la mayor cantidad de ácido, su densidad es más elevada. Esto se expresa gráficamente en la figura 28 al determinar el estado de carga de una batería por medio del densímetro: cuando la carga es máxima, flota más.

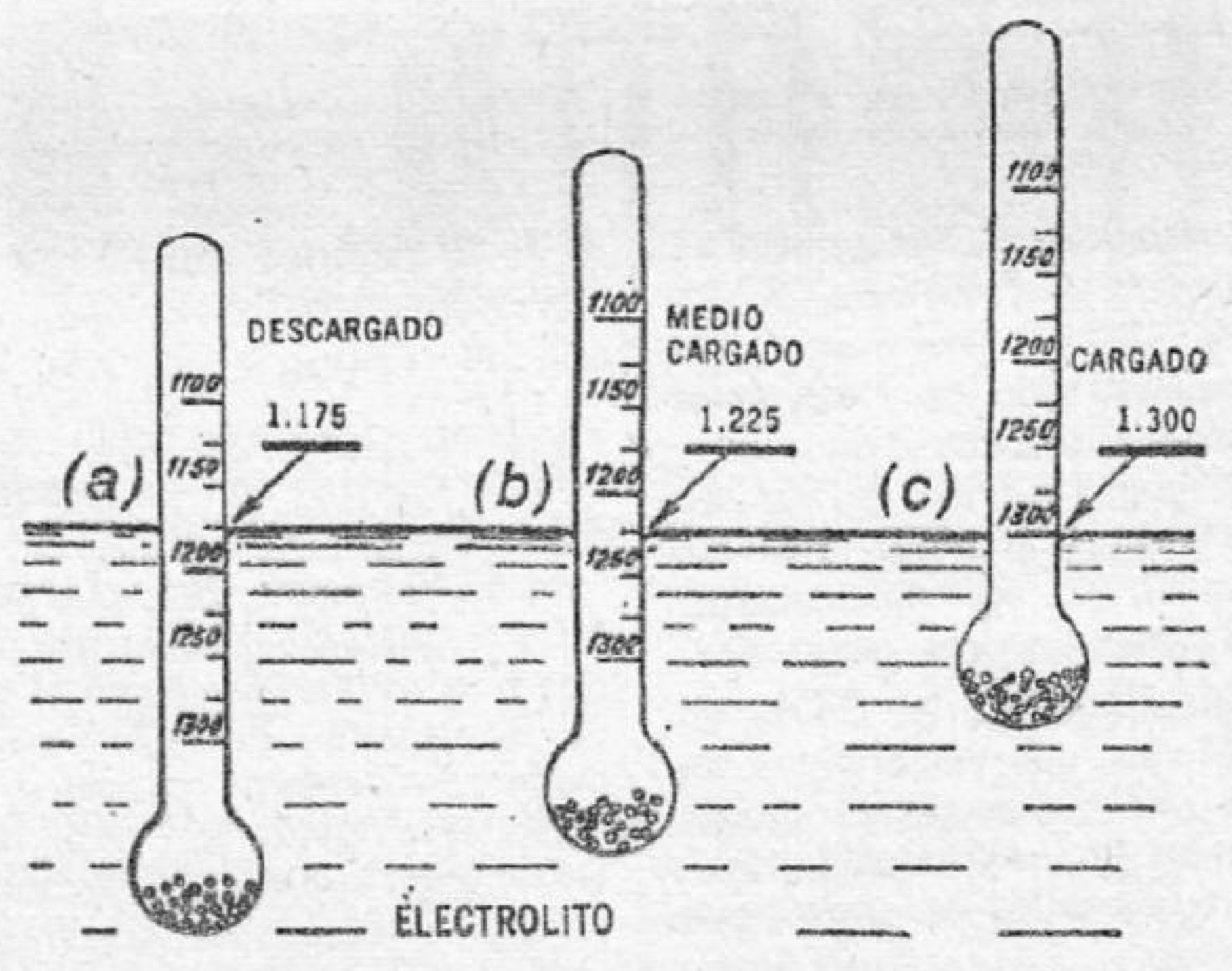


Fig. 28. El densímetro se sumerge más cuando la densidad es menor.

marcando una densidad que generalmente es de 1 300. Cargada, una batería almacena energía química transmutada de energía eléctrica durante la carga.

Lo que acabamos de explicar está expresado gráficamente en la figura 29. Vemos que en estado de plena carga la placa negativa es plomo puro y la positiva es peróxido de plomo, y en el electrolito tenemos el máximo de ácido sulfúrico y el mínimo de agua, es decir, cuando alcanza su máxima densidad.

Todo cuanto acabamos de explicar se expresa gráficamente en la figura 30.

Batería totalmente descargada. A medida que va progresando la descarga, aumenta la sulfatación de las placas y, a la vez, disminuye la cantidad de ácido que contiene el electrolito. Las fórmulas químicas demuestran que

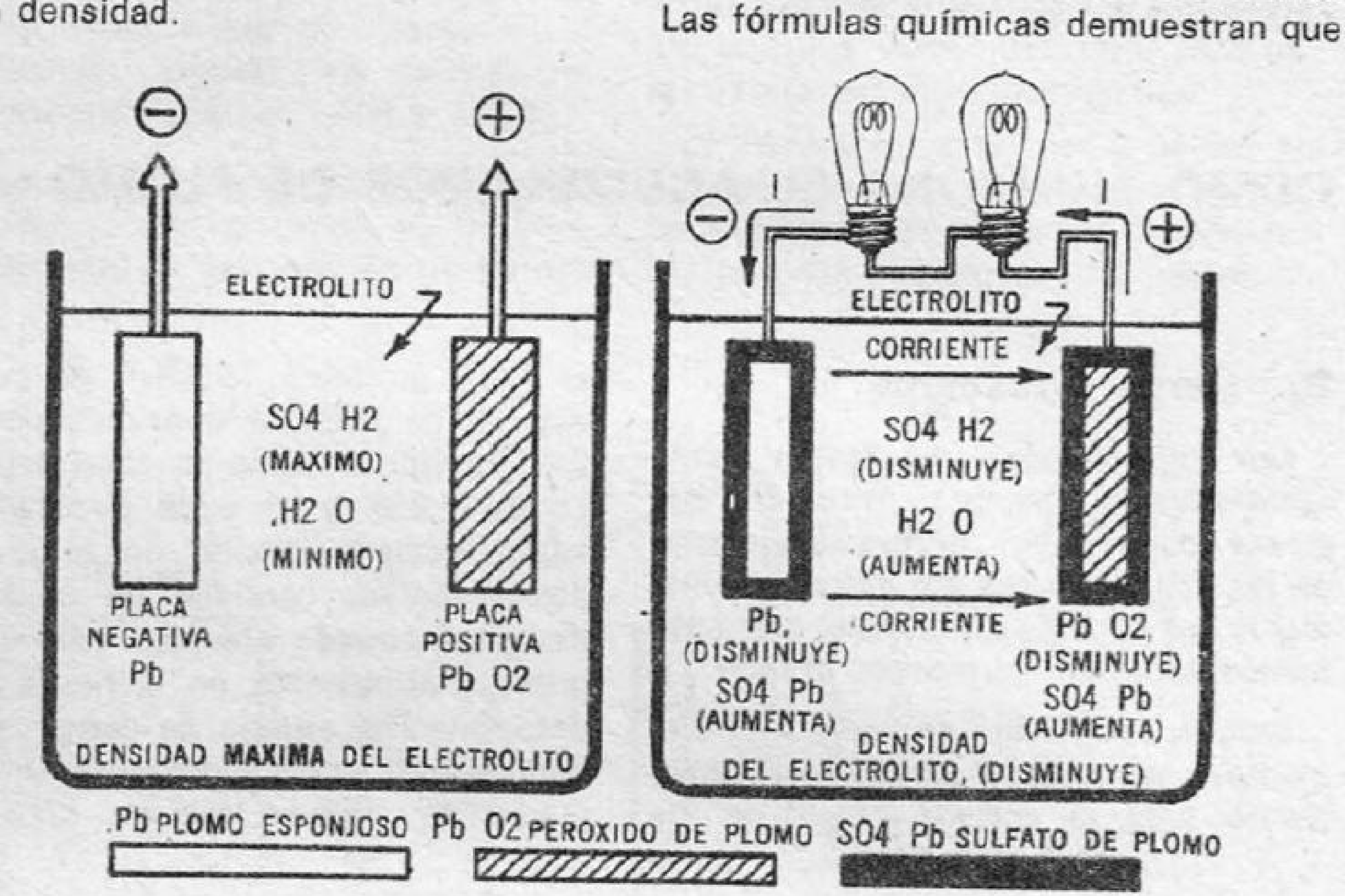


Fig. 29. Representación del estado químico de una batería en plena carga.

Fig. 30. Cambios que se han verificado en un elemento al ponerse en descarga.

Batería en descarga. Tan pronto se consume energía de la batería, el ácido sulfúrico (SO_4H_2) se separa del electrolito, penetrando por los poros de la materia activa de las placas, atacando el plomo y formando sulfato de plomo (SO_4Pb); esto continúa durante el tiempo que dura la descarga, con las dos consecuencias siguientes:

a) La transformación del plomo en sulfato de plomo, que vulgarmente se denomina la sulfatación de las placas, va aumentando en profundidad, reduciendo así la cantidad de plomo que queda en ellas;

b) La absorción de ácido sulfúrico del electrolito hace que éste se vaya empobreciendo de ácido y, por ende, disminuyendo su densidad: en estado de media carga se obtiene una densidad de 1,225.

el ácido sulfúrico (SO_4H_2) se divide en dos elementos:

$$SO_4H_2 = SO_4 + H_2$$

es decir, el radical ácido (SO_4) y el hidrógeno (H_2), con las consecuencias siguientes:

a) El hidrógeno (H), que es un metal (no obstante ser un gas a la temperatura ordinaria), sigue la dirección de la corriente hacia la placa +, formada con peróxido de plomo (PbO_2); como el oxígeno (O) y el hidrógeno (H_2) tienen una afinidad extraordinaria, se unen íntimamente para formar agua (H_2O), que también se diluye en el electrolito, aumentando su relativo empobrecimiento de ácido, disminuyendo aún más su densidad;

b) El radical ácido (SO_4) ataca a fondo al plomo (Pb) que ha quedado libre y forman así el sulfato de plo-

mo (SO_4Pb) en la placa positiva. Asimismo, el radical ácido (SO_4) ataca el plomo esponjoso que hay en la placa negativa, formando también el sulfato de plomo.

La figura 31 ilustra el proceso que acabamos de describir.

A medida que la descarga aumenta, disminuye la cantidad de energía química almacenada en cada elemento de la batería, transformándose la materia activa en sulfato de plomo. Cuando las placas están totalmente sulfatadas, la diferencia de tensión entre ellas se anula, es decir, la corriente cesa, porque para que haya presión eléctrica entre las placas de un elemento es condición indispensable que sean distintas; es el fundamento de todos los generadores químico-eléctricos conocidos: acumuladores y pilas eléctricas.

Batería en carga. Cuando se carga un acumulador eléctrico, el sulfato de plomo (SO_4Pb) de las placas positivas se vuelve a convertir en peróxido de plomo (PbO_2) y las placas negativas transforman su sulfato de plomo en plomo esponjoso. Como consecuencia de la liberación del radical ácido (SO_4) de las placas al combinarse con el hidrógeno del agua, se va reformando ácido sulfúrico (SO_4H_2), lo cual se comprueba observando que la densidad del electrolito aumenta gradualmente.

El proceso que acabamos de explicar lo ilustra la figura 32.

Así continúa la carga, hasta que las placas han agotado todo el sulfato, es decir, entregado todo el SO_4 (radical ácido) al electrolito; la densidad ya no aumenta más, por mucho que se tenga la batería en carga.

Cuando una batería está completamente cargada, el electrolito tiene la misma densidad que antes de someterse a la descarga; lo que puede diferenciarlo es la cantidad de agua destilada que puede haberse evaporado; de lo contrario, un exceso de agua hace disminuir la densidad del electrolito. Sería erróneo, pues, sobrecargar una batería con el deseo de alcanzar una densidad de electrolito que no puede alcanzar.

Nota importante. Conviene saber la densidad inicial del electrolito de una batería, tal como lo suministra el fabricante, a fin de poderla restablecer en caso necesario. Así se consigue

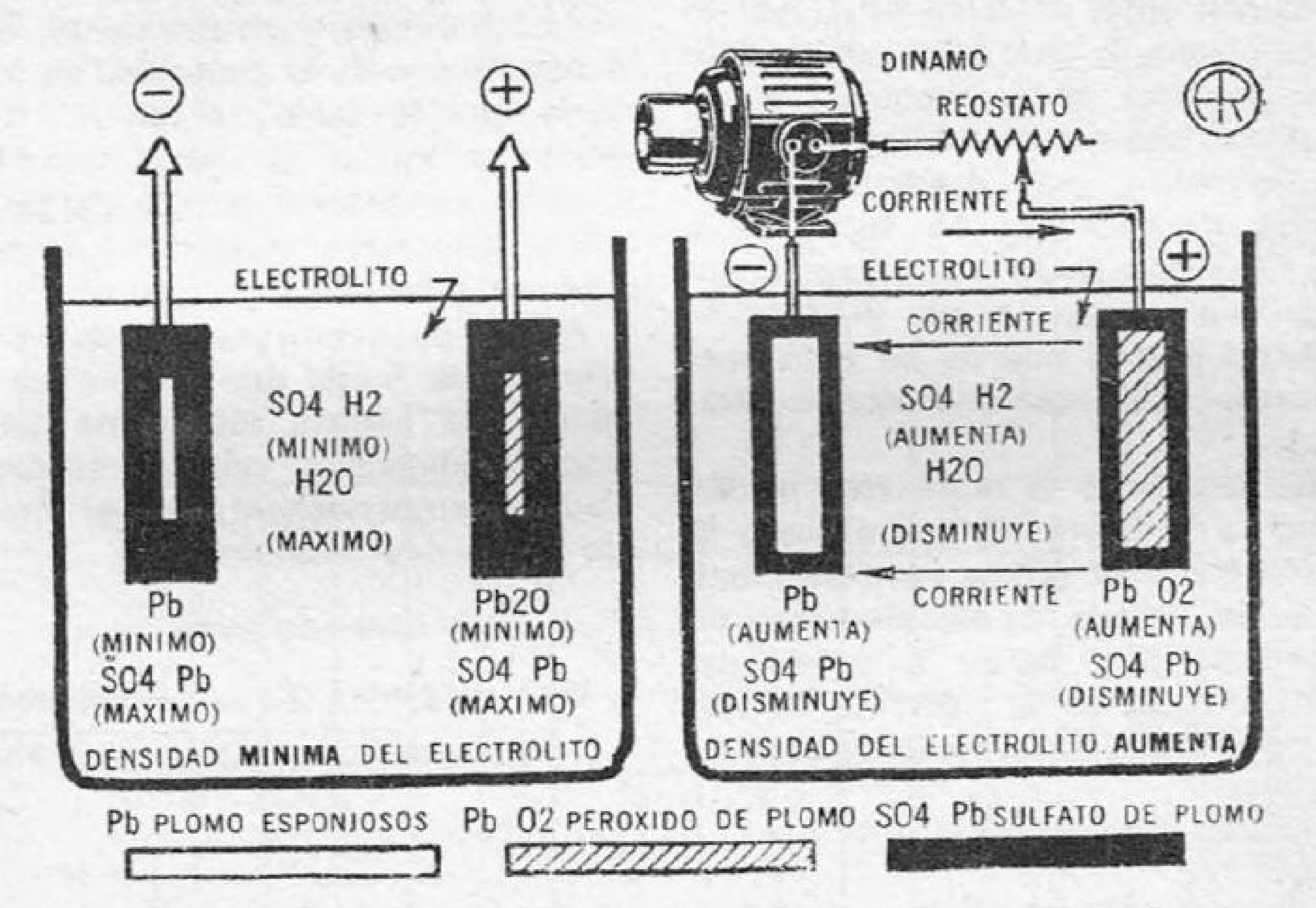


Fig. 31. Con la descarga, las placas negativas se han convertido en sulfato de plomo.

Fig. 32. Al recargarse el acumulador, el sulfato de plomo se va disolviendo.

tener todos los elementos a una densidad uniforme, corrigiendo las inevitables pérdidas de electrolito, así como obtener la misma densidad a consecuencia de la evaporación del agua destilada. ¡Recuerde que, lo que se evapora es el agua, no el ácido sulfúrico!

30. Tensión y régimen de carga

Cuando una batería está descargada, se pone de manifiesto por una densidad del electrolito inferior a 1.200; la tensión disponible en los bornes es muy reducida, desde el momento en que depende de la cantidad de ácido sulfúrico disuelto. Ahora bien, al pasar la corriente, el ácido va fluyendo de las placas, lo cual hace que la densidad, en una zona inmediata a su superficie, sea mayor que la del resto del electrolito; esto ocasiona que la presión eléctrica que se comunica a cada elemento tenga que ser algo superior que la tensión que produce el elemento mismo cuando se está descargando, para vencer este contravoltaje.

Este fenómeno lo representa el diagrama de la figura 33, que expresa la presión eléctrica que es necesario aplicar a los bornes de un elemento de acumulador para forzar a través del mismo el paso de la corriente de carga. Vemos que al comienzo la tensión aplicada es de poco más de 2 V (generalmente, 2,05 V), pasando rápidamente a valores más grandes; es así que al cabo de poco más de una hora ya se requieren unos 2,25 V, para seguir luego con poca variación durante varias horas de carga. Al cabo de unas 6 horas es necesario ir aumentando la presión eléctrica para vencer el contravoltaje de la batería y forzar el paso de la corriente a través de todo su sistema interno. Se alcanzan fácilmente valores de 2,5 V; es en estos momentos que se desprenden abundantes burbujas, que demuestran que todo el proceso químico de la carga ya ha terminado.

El régimen de carga, o sea, la intensidad de la corriente durante este proceso, se estima, empíricamente, en la décima parte de la capacidad de la batería; por lo tanto, si es de 120 Ah, conviene iniciar la carga con 10 A. Cuando se observa que la carga está adelantada, debe reducirse a la mitad (5 A en este caso).

Puede determinarse fácilmente el número de horas que tardará en cargarse una batería totalmente descargada dividiendo el valor de su capacidad (en amperioshora) por el régimen de carga (en amperios):

$$\text{horas de carga} = \frac{\text{capacidad (en amperioshora)}}{\text{intensidad de carga (en amperios)}}$$

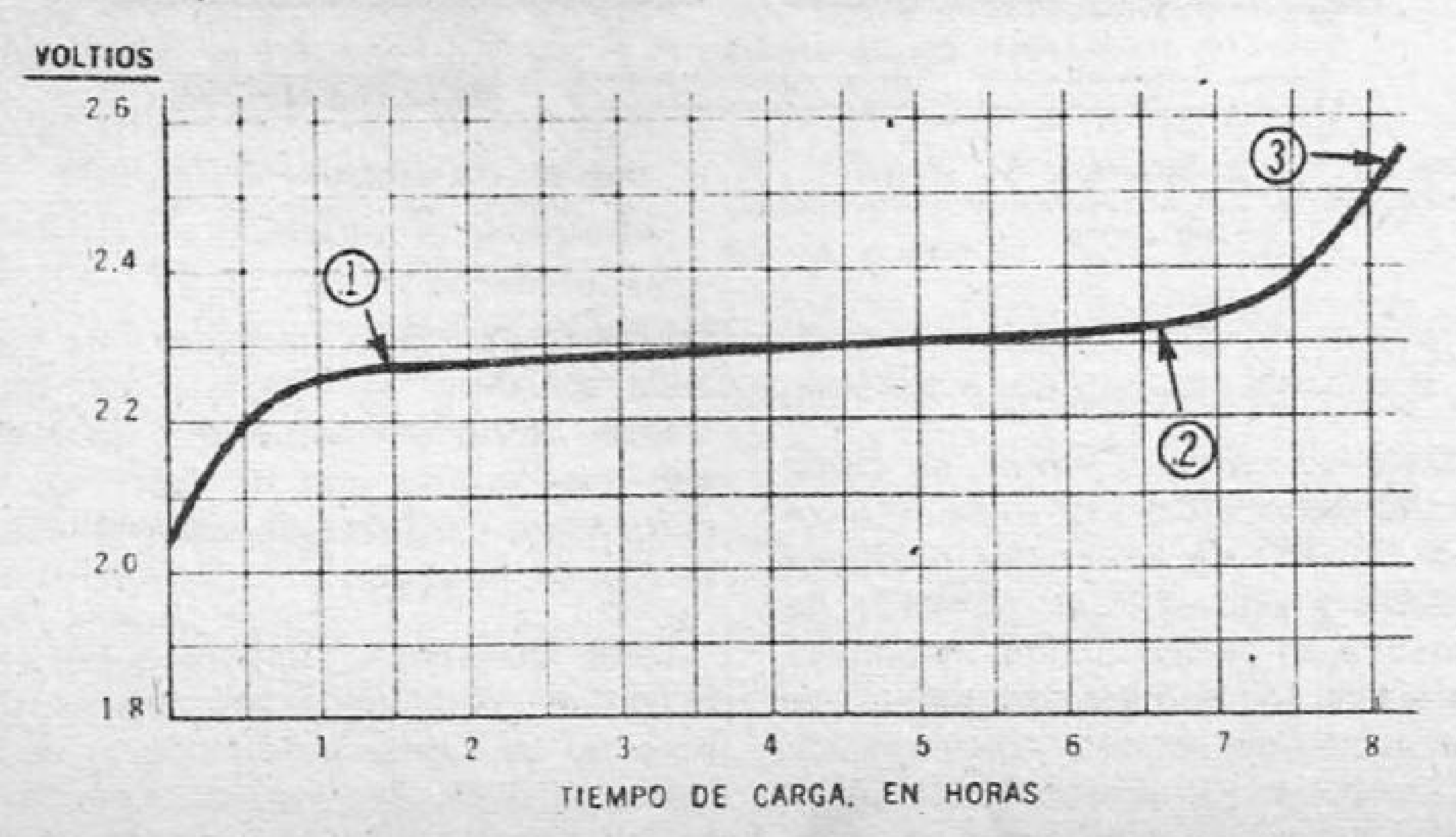


Fig. 33. Diagrama del estado de carga de un elemento del acumulador.

Luego, si a una batería de 120 Ah, descargada, se le aplica una intensidad de 24 A, tardará

$$\text{horas de carga} = \frac{120\ \text{Ah}}{24\ \text{A}} = 5\ \text{horas}$$

en cargarse totalmente.

31. Tensión y régimen de descarga

Cuando se pone una batería en descarga, se observa que, en circuito abierto, la tensión entre los bornes de cada elemento es de aproximadamente 2,15 V. Este valor desciende bien pronto cuando la batería está en servicio, estableciéndose en poco más de 2 V al cabo de unos minutos; esta tensión se mantiene constante durante varias horas, para después descender a 1,8 V; entonces se considera la batería descargada.

La figura 34 representa la variación del voltaje durante el tiempo de descarga. Vemos la uniformidad de ésta durante casi 5 horas, disminuyendo luego, primero lentamente y después en forma muy pronunciada; esta parte de la curva señala los momentos en que se está agotando la existencia de ácido sulfúrico del electrolito y, por lo tanto, su densidad es mínima.

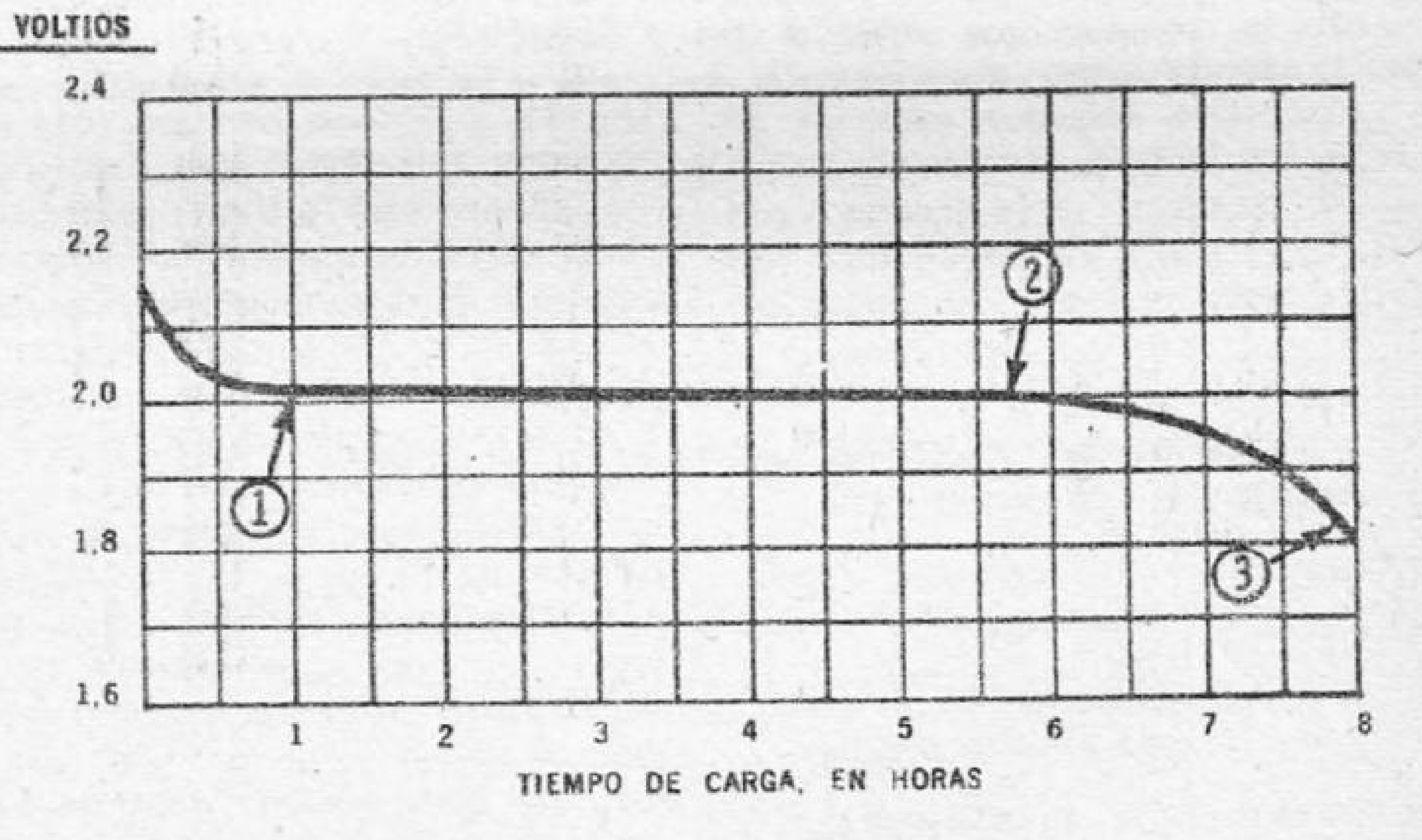


Fig. 34. Diagrama de descarga de un elemento del acumulador.

La tensión que normalmente produce una batería de acumuladores se evalúa, en cifras redondas, en 2 V por elemento. Como sea que las baterías acostumbran a tener tres elementos conectados en serie, resulta que en los bornes del acumulador hay disponible una presión eléctrica de 3 × × 2 V = 6 V. Esto no es muy exacto, según lo revela la figura 34; no obstante, para fines prácticos puede considerarse este valor como satisfactoriamente correcto.

El régimen de descarga de una batería nunca debería ser mayor que la décima parte de su capacidad (expresada en amperioshora), es decir que si tiene 100 Ah, no debería sobrepasarse un consumo de 100 Ah ÷ 10 = = 10 Ah. Esto es lo que se entiende por el porcentaje normal de descarga de la batería (fig. 35), en cuyas condiciones el acumulador rinde el 100 % de su capacidad normal; en cambio, si forzamos la descarga, absorbiendo, por ejemplo, 20 Ah (punto A), entonces el porcentaje de descarga es del 20 % y, según indica el diagrama, la capacidad de la batería queda reducida al 75 %. En fin, admitiendo que exigimos un consumo de 60 Ah, entonces la capacidad relativa se reduce a la mitad, o sea, al 50 % (punto E).

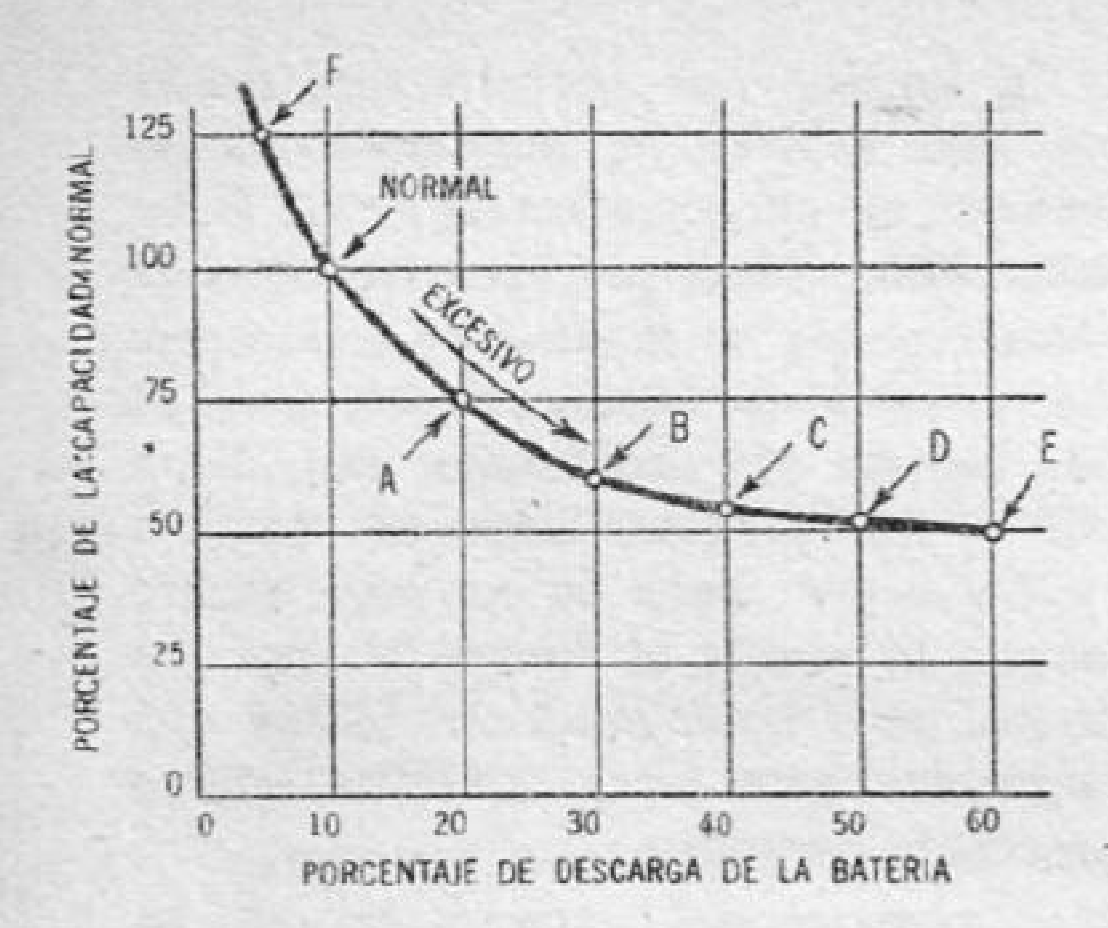


Fig. 35. La capacidad de una batería depende del régimen de su descarga.

Consideraciones sobre las baterías de automóviles. En la batería de los autos, en el momento de poner el motor de arranque en funcionamiento se absorben intensidades aún superiores, lo cual produce no solamente una disminución enorme de la capacidad de la batería, sino que, además, deteriora el conglomerado de sustancia activa de las placas por la brusca variación de volumen que sufren a consecuencia de la abrupta absorción de ácido sulfúrico y la rápida formación de la capa de sulfato de plomo. Evidentemente, como todo, el proceso químico de la carga y descarga de una batería requiere un tiempo determinado; cuando se dispone de él, la operación se efectúa, podríamos decir, naturalmente; en cambio, si se limita, el proceso de elaboración sólo se efectúa en parte y superficialmente, quedando inoperante la mayor parte de la sustancia. Eso mismo sucede cuando se carga o descarga un acumulador en menos tiempo que el necesario: la materia activa queda sin recibir la influencia del proceso químico, bloqueada por la película de sulfato que se forma abruptamente sobre la superficie de las placas, reduciendo el rendimiento electroquímico.

El único remedio es aumentar la capacidad del acumulador o utilizar dos baterías de 6 V en serie, para disponer de una tensión de 12 V, con lo cual, evidentemente, para una determinada potencia, la intensidad necesaria queda reducida a la mitad. Esta es la solución que se emplea en los camiones y en muchos autos europeos.

Capítulo VI

CARGA DE BATERIAS

32. Un negocio fabuloso

La recarga de los acumuladores de automóviles produce en los Estados Unidos una ganancia anual de unos dos mil millones de pesos argentinos. Es tan extraordinaria esta cantidad que parece increíble.

Bien vemos que la instalación de un buen servicio de carga de acumuladores para automóviles, en una ciudad importante, es uno de los negocios más brillantes en la actualidad.

En este capítulo describiré los procedimientos más empleados para cargar baterías, desde el más sencillo, para recargar una sola batería (utilizando la corriente del alumbrado de las casas particulares), hasta las instalaciones industriales, destinadas a cargar grandes cantidades simultáneamente.

Cualquiera sea el procedimiento empleado, es necesario, previamente, preparar las baterías antes de someterlas a su carga, lo cual consiste en limpiarlas exteriormente con un trapo bien empapado de agua, luego destapar los tres elementos, medir la densidad de cada uno de ellos y, finalmente, restablecer el nivel de los electrolitos a su correspondiente valor mediante agua destilada. Recién entonces la batería está preparada para ponerla en carga.

33. Carga en el auto

Normalmente, el acumulador se carga en el coche, regulándose la intensidad por medio de dispositivos automáticos.

Para que una batería dure mucho tiempo es necesario, cada mes, desconectarla, sacarla del coche, revisarla, limpiarla y someterla a una buena carga. Esto es particularmente necesario cuando el auto trabaja en las ciudades, donde las constantes puestas en marcha absorben un exceso de energía, que no se recupera con la carga de la dínamo.

El acumulador conectado en el auto no requiere cuidados especiales, excepto restablecer el nivel del electrolito mediante agua destilada; en cambio, para someterlo a una carga fuera del coche es necesario hacer algunas comprobaciones.

34. Métodos de carga con corriente continua

Entre estos procedimientos merecen citarse los siguientes:

1) Uso de la instalación del alumbrado de la casa.

El propietario de un automóvil puede cargar gratuitamente su batería de acumuladores aprovechando la electricidad que se consume en su casa. Para ello, basta con hacer pasar la corriente a través del acumulador, como indica la figura 36.

Se conecta la batería en los bornes inferiores del conmutador, y así cuando las cuchillas están encajadas en

ellas, la corriente se ve obligada a pasar a través de la batería. El amperímetro no es indispensable, ya que puede saberse el régimen de carga por evaluación de la suma de intensidades que disipan las lámparas, heladera, cocina, etcétera.

La forma de operar es sumamente simple. En condiciones normales, las dos cuchillas del conmutador están colocadas hacia los contactos superiores, los que están unidos por medio de un puente, es decir, un trozo de conductor de cobre de varios milímetros de diámetro, más grueso que el cable empleado en la línea. Así las cosas, se conecta el acumulador a cargar en los dos contactos inferiores del conmutador, pero previamente debe haberse determinado cuál es su polaridad; conéctese el acumulador con polos del mismo nombre, o sea, el + de la línea con el + del acumulador, y el – de aquélla con el – de éste. Hecho esto, se pasa la maneta del conmutador de la parte superior, en que ha estado ahora, a la posición inferior, para que la corriente que consume la instalación de la casa pase a través de la batería, cargándola. Es una excelente costumbre hacer esto con mucha frecuencia, para tener siempre el acumulador perfectamente cargado; una batería bien cuidada dura el doble y hasta el triple de tiempo que las que no son atendidas debidamente por sus propietarios.

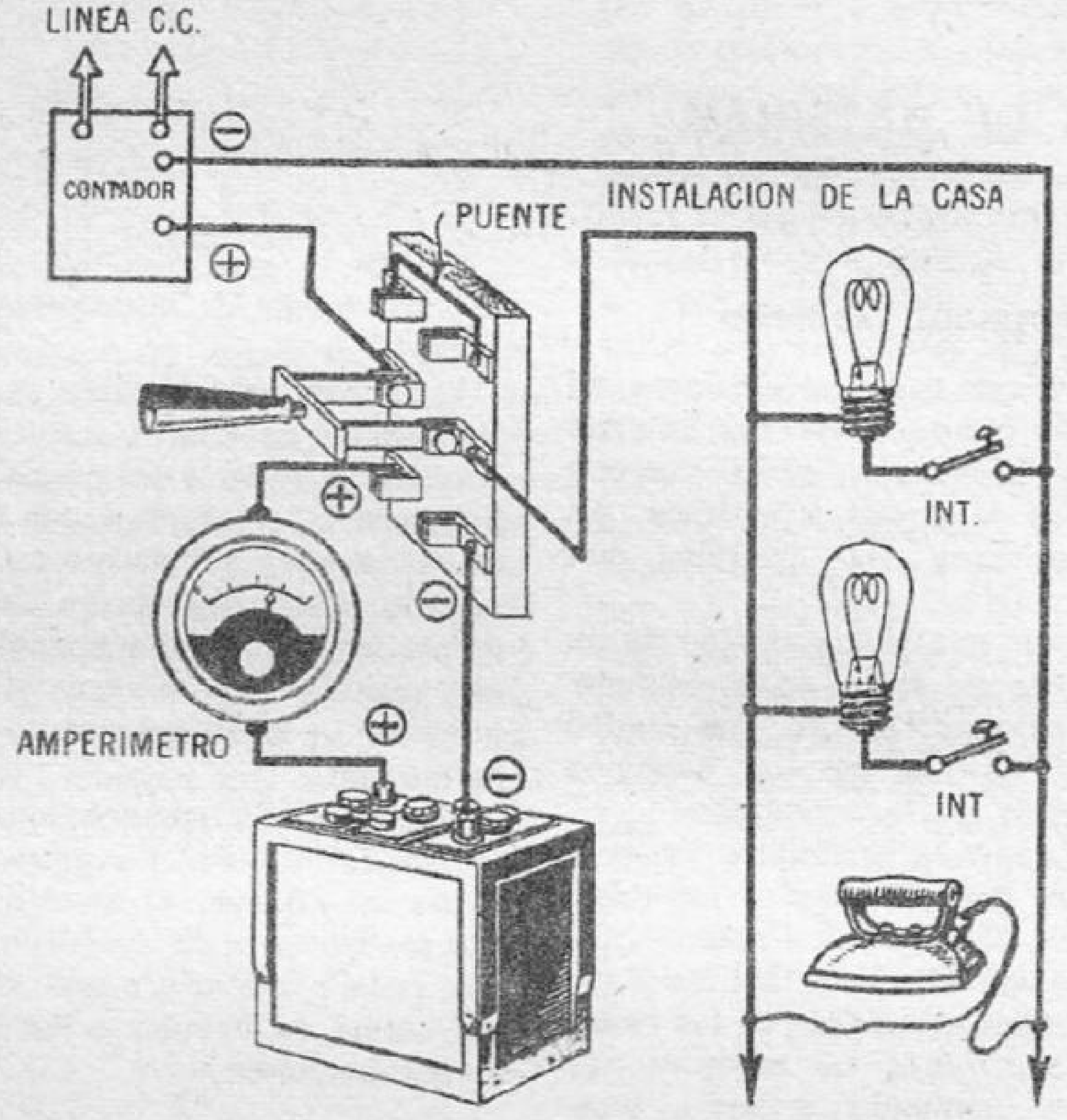


Fig. 36. Utilización de la energía eléctrica consumida en una casa particular para cargar la batería de acumuladores del auto.

2) Carga con tablero de lámparas

Como puede suceder que la carga de una batería en un domicilio particular deba ser efectuada a un régimen superior al del consumo de la casa, o bien en horas del día, cuando las lámparas no están prendidas, entonces es bueno disponer las cosas de una manera distinta, tal como indica la figura 37.

Consiste en sacar una derivación de la línea, saliendo del contador, ha-

ciéndose pasar la corriente por un pequeño tablero compuesto de un interruptor bipolar, unos fusibles y varios portalámparas. Se colocan las lámparas, pero no roscadas a fondo, de manera que se enciendan solamente las que se desean.

La manera de operar es la siguiente: se abre el interruptor y se aflojan todas las lámparas. Hecho esto, se conecta el acumulador de acuerdo con las polaridades indicadas, es decir, polos del mismo nombre de la batería con los del tablero. Una vez conectado el acumulador, se cierra el interruptor.

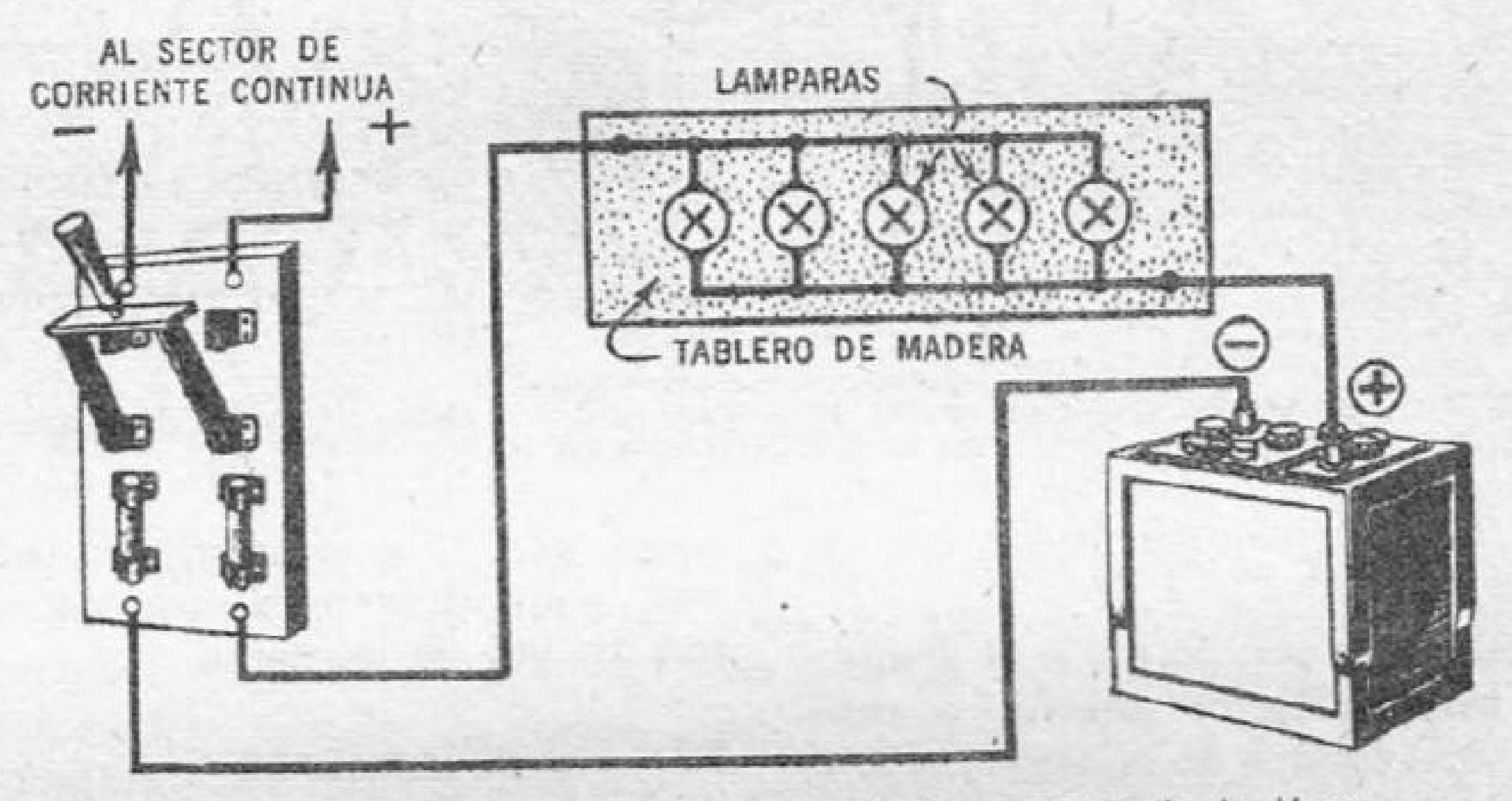


Fig. 37. Carga de una batería con corriente continua de la línea.

y acto seguido se van roscando las lámparas, una a una, hasta el número necesario.

35. Carga de baterías con corriente alterna

Trataré ahora los procedimientos utilizados para cargar los acumuladores cuando la corriente de la línea es alterna; se necesita un rectificador interpuesto entre la línea y la batería. Describiré los procedimientos sencillos utilizados por el propietario de un automóvil que quiere recargar la batería en su casa y los métodos empleados en los talleres y estaciones de servicio para cargar gran número de baterías.

Desde el punto de vista práctico, los rectificadores empleados para cargar acumuladores son de los siguientes tipos:

a) Electromagnético o de vibrador (para una batería);

b) Rectificador electrónico (para una o varias baterías);

c) Rectificador de vapor de mercurio (tipo industrial).

36. Rectificador electromagnético o de vibrador

Se utiliza solamente para cargar una batería de pequeña capacidad, de 80 Ah, por ejemplo. Un rectificador de esta clase se compone de un transformador, un imán y un vibrador con su electroimán. La figura 38 es el esquema general de las conexiones y elementos que integran este aparato.

El funcionamiento se efectúa en la forma siguiente: una vez conectada la batería a los bornes de conexión, uniendo polos del mismo nombre, se cierra el circuito primario con la línea, desde cuyo momento este circuito es recorrido con la corriente alterna del sector; por el secundario pasa también corriente alterna, pero de un voltaje muchísimo más bajo, por ejemplo, 10 V (si el rectificador está destinado a cargar una batería de 6 V). Ahora bien, el núcleo de hierro es influenciado por el campo de un imán permanente que tiene la forma de una G algo alargada; en consecuencia, el núcleo presenta un polo N del lado que se enfrenta con el vibrador y, por lo tanto, es atraí-

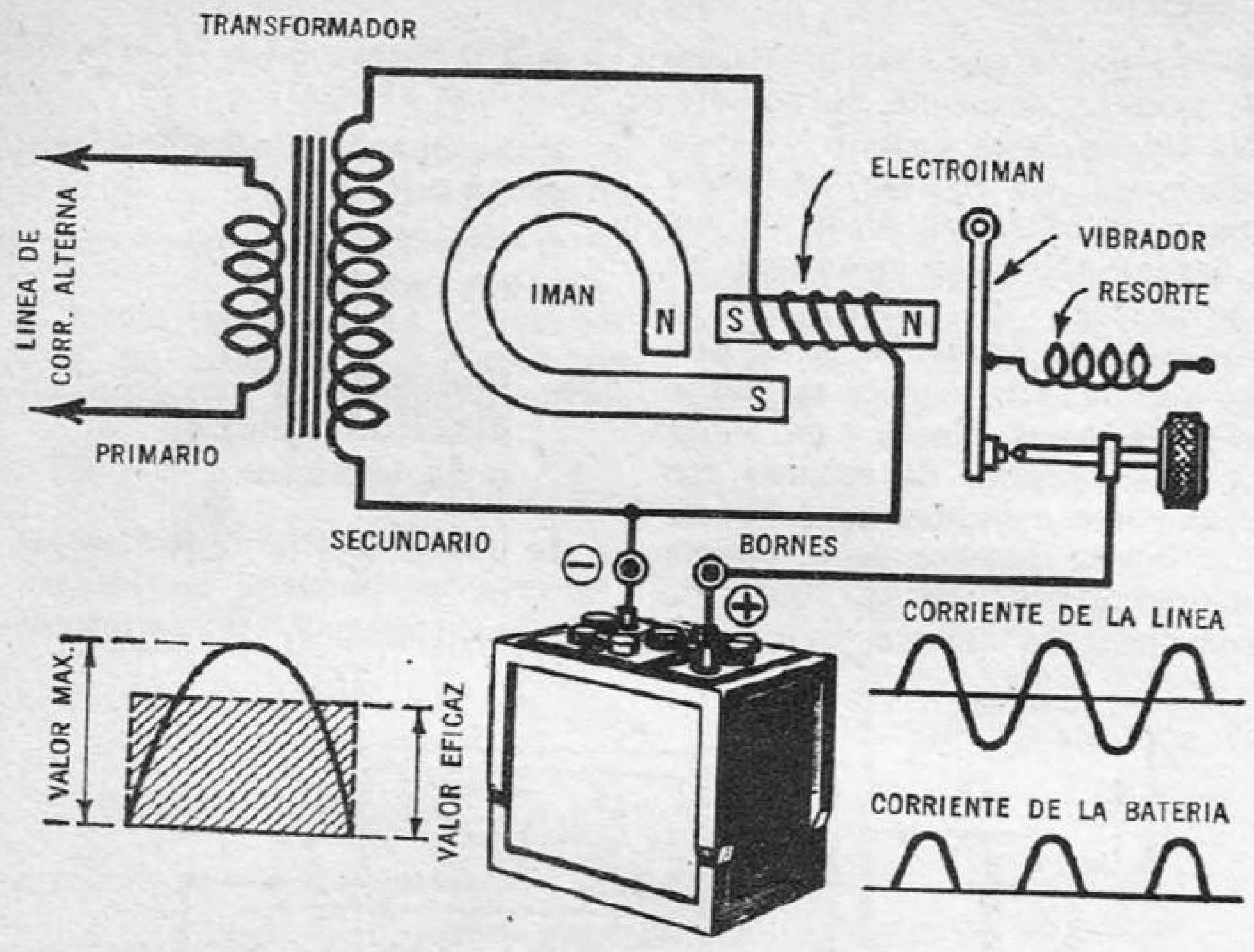


Fig. 38. Rectificador magnetoeléctrico de medio ciclo: se pierde la mitad de energía de la corriente alterna.

do por la influencia magnética que recibe de aquél.

Cuando pasa corriente por el electroimán, como ésta es alterna, a cada medio ciclo cambia de polaridad, o sea, el sentido de la corriente, de lo cual resulta que los polos N y S del núcleo se ven reforzados y debilitados. Como consecuencia, la atracción del vibrador fluctúa, estando regulado de tal forma el resorte que el contacto con el tornillo se realiza en el momento de debilitamiento del polo N y se abre cuando se refuerza este polo; evidentemente, como esto coincide sincrónicamente con los cambios de polaridad de la corriente alterna, desde el vibrador a la batería pasarán siempre los medios ciclos de polaridad adecuada; por consiguiente, el acumulador recibirá impulsos de corriente siempre del mismo sentido, es decir, medios ciclos de la misma polaridad.

Este aparato debe cuidarse mucho. Es preciso que los contactos estén muy limpios y que la fuerza del resorte compense justamente la acción atractora del núcleo, a fin de que funcione bien; de lo contrario, puede suceder que el sincronismo se efectúe mal, y entonces la batería se descargue en vez de cargarse.

37. Rectificadores electrónicos

Su funcionamiento se funda en la conductividad unilateral que tienen los electrones: viajan de un polo negativo a otro positivo, pero nunca en sentido contrario.

Evidentemente, ese principio exige la previa libertad de cierta cantidad de electrones, lo cual se consigue gracias a un filamento que se calienta a una elevada temperatura; irrumpen de sus órbitas atómicas y quedan libres en las proximidades del filamento, aptos para ser absorbidos si en las proximidades sufren la atracción de un campo positivo. En realidad, es el principio en que se basa el funcionamiento de las válvulas electrónicas utilizadas en radio.

CARGADORES PARTICULARES DE MINIMA POTENCIA

Rectificador electrónico de media fase. Un procedimiento de rectificación

sumamente simple es el que representa la figura 39, utilizado exclusivamente en casas particulares para cargar una batería solamente. Consiste en un transformador con dos secundarios: uno proporciona la tensión necesaria al caldeo del filamento de una válvula rectificadora, y el otro devanado produce el voltaje aplicado a la placa de la corriente en el sentido que va desde la placa hacia el filamento, en consecuencia, sale del filamento, atraviesa el devanado B y forma el borne de polaridad positiva, al cual se conecta el polo + del acumulador en carga, o grupo de acumuladores conectados en serie; la corriente pasa a través de todos los acumuladores, sale por el polo

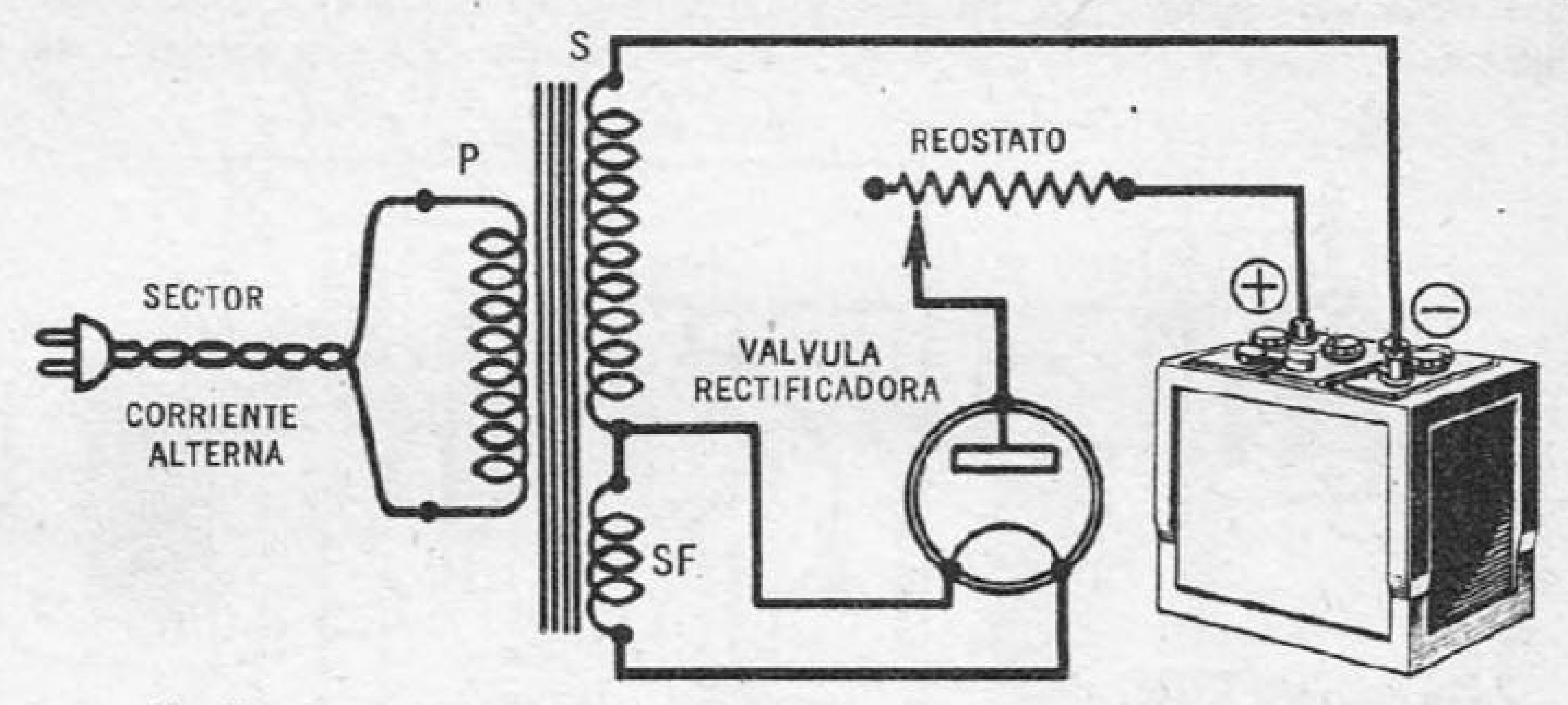


Fig. 39. Rectificador electrónico de medio ciclo para cargar una batería.

dicha válvula; ésta debe ser de un tipo que produzca una corriente anódica bastante intensa.

El método es muy simple: se conecta la batería, graduando el reóstato en el punto correspondiente al régimen de carga deseado.

CARGADORES INDUSTRIALES DE REDUCIDA POTENCIA

Rectificador Tungar de media fase. La figura 40 representa el esquema de un rectificador Tungar de media fase. Se compone de un transformador cuyo secundario tiene dos devanados: el A da la tensión necesaria para el filamento, mientras que el B origina en sus bornes la tensión que se aplica entre el filamento y el ánodo, o placa del rectificador.

Tan pronto el filamento adquiere la temperatura adecuada, queda a su alrededor una nebulosa de electrones, los cuales son absorbidos por la placa cada vez que ésta adquiere la polaridad positiva de la corriente alterna, es decir, a cada medio ciclo. Esto hace que por el interior de la válvula pase negativo y va a la placa, quedando así cerrado todo el circuito. Su aspecto exterior lo representamos en la figura 41.

El rectificador que acabamos de describir es muy adecuado para cargar acumuladores a un régimen bajo. Este equipo puede cargar, a unos 6 A, hasta 12 baterías de 6 V si la línea de electricidad es de 110 V, 15 baterías si es 125 V y 24 baterías si es de 220 V. En este caso, como en todos los que mencionamos valores de tensiones e intensidades de corrientes alternas, nos referimos a sus valores eficaces. Su significado, lo mismo que un estudio práctico y completo de esta clase de corriente eléctrica, lo trato en mi obra *Electrónica industrial*.

CARGADORES INDUSTRIALES DE MEDIANA POTENCIA

Rectificador Tungar de ciclo completo. Los rectificadores que he presentado sólo aprovechan medio ciclo, siendo importante utilizar los dos, lo cual se consigue conectando debidamente dos válvulas rectificadoras en vez de una.

La figura 42 indica el esquema de un rectificador de ciclo completo.

Esta unidad Tungar carga un grupo de baterías en la mitad del tiempo empleado por un equipo semejante que sólo rectificase medio ciclo.

El rectificador Tungar de ciclo completo y el de vapor de mercurio son los dos tipos más usados en los establecimientos industriales de carga de acumuladores. Son unidades robustas, a prueba de trabajo rudo, teniendo como únicas partes vulnerables las válvulas y la ampolla de mercurio, las cuales, si se tratan con cierto cuidado, sirven durante muchísimo tiempo.

CARGADORES INDUSTRIALES DE GRAN POTENCIA

38. Rectificador de vapor de mercurio

El equipo completo consta de: un transformador T, cuyo primario se conecta al sector de corriente alterna y el secundario a dos carbones, que son los que actúan de rectificadores; la válvula rectificadora y una resistencia.

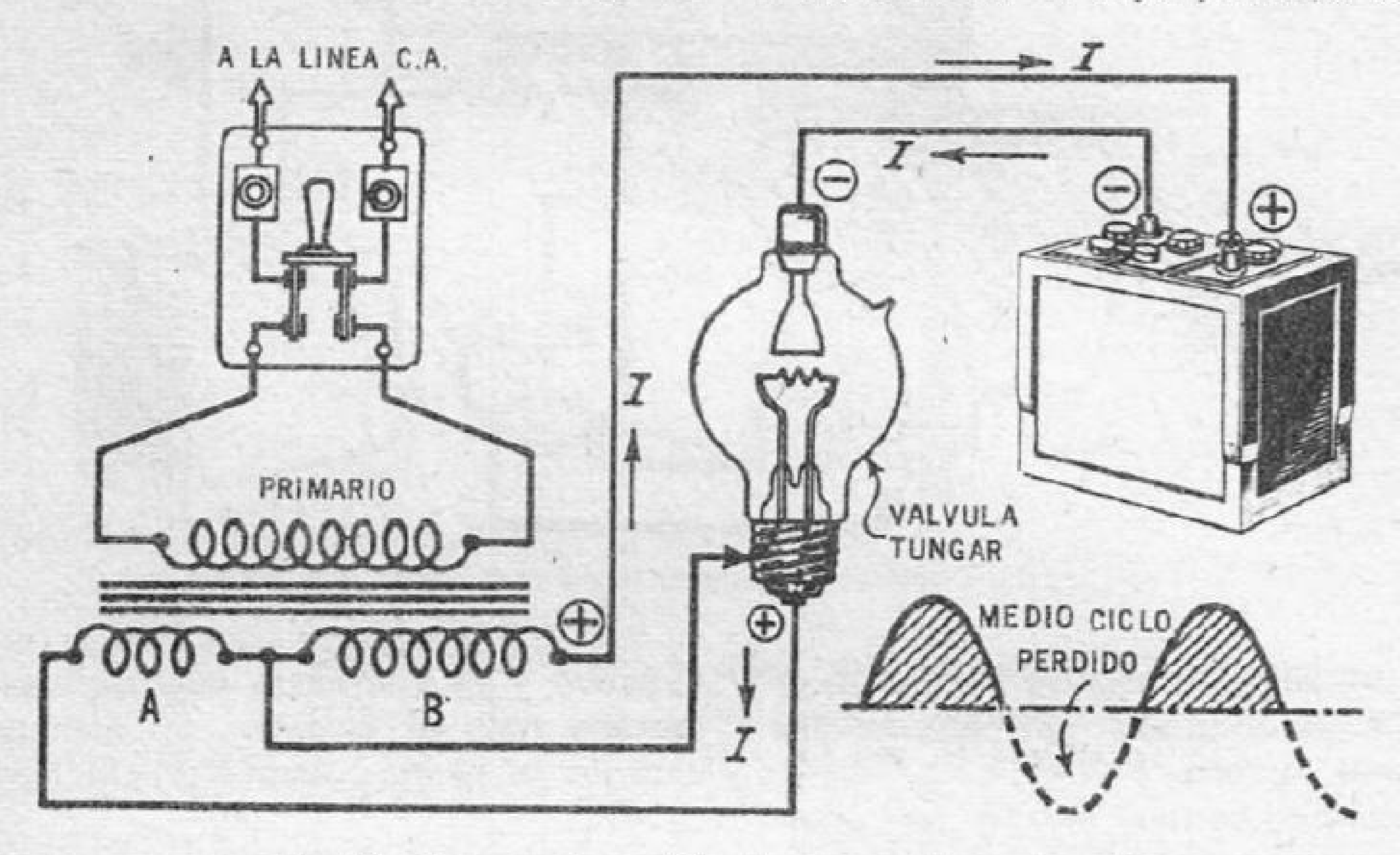


Fig. 40. Esquema de rectificador Tungar de medio ciclo.

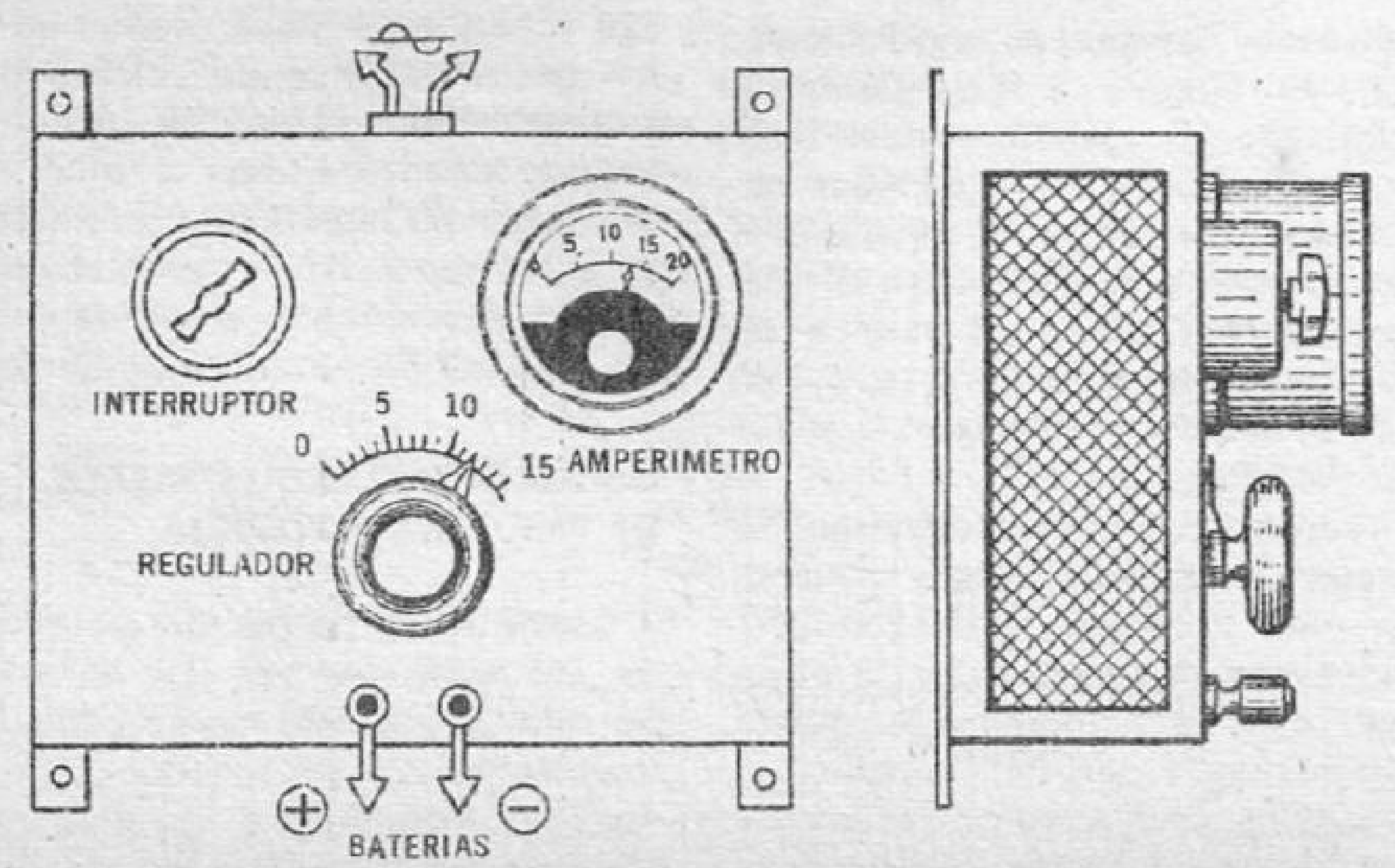


Fig. 41. Aspecto general de un rectificador Tungar regulado con reóstato.

que se utiliza solamente para poner en marcha el rectificador (figura 43).

El principio de funcionamiento reside en que la corriente sólo pasa a través de los vapores de mercurio desde uno de los carbones a la masa líquida de este metal. Esto obliga a que en el interior de la ampolla de vidrio haya vapores mercuriales; de lo contrario, el rectificador no funciona.

Para poner en funcionamiento el equipo se empieza por cerrar el circuito de la resistencia de puesta en marcha y, acto seguido, se conecta el primario del transformador a la línea. Una vez hecho esto, se balancea la ampolla hacia la izquierda, de forma que el mercurio se derrame en la cavidad donde está el tercer carbón (C); se vuelve la ampolla a la posición vertical, con lo que, al retirarse el mercurio, se rompe el circuito entre éste y el carbón, C, produciéndose un arco, cuya elevada temperatura (unos

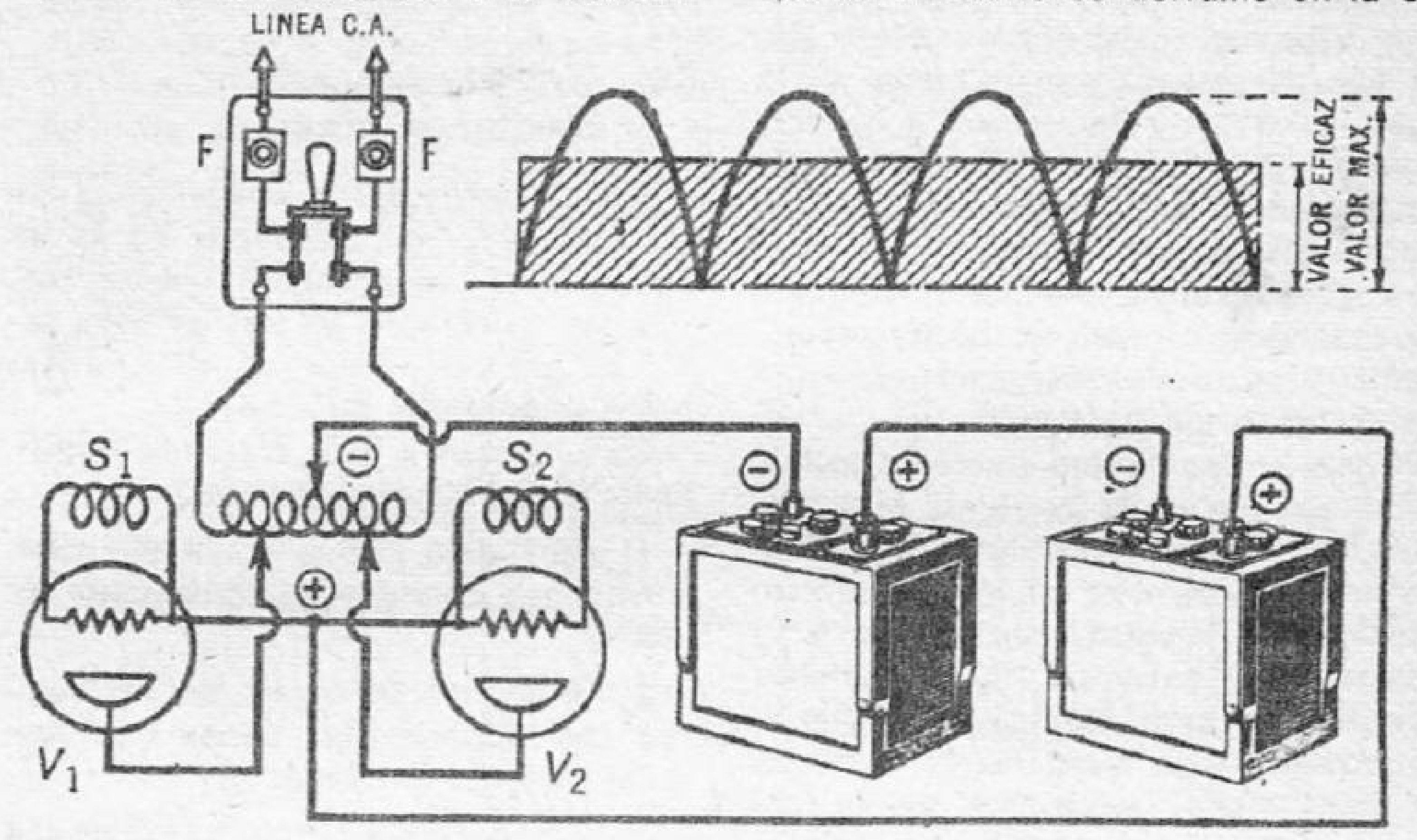


Fig. 42. Rectificador Tungar de ciclo completo.

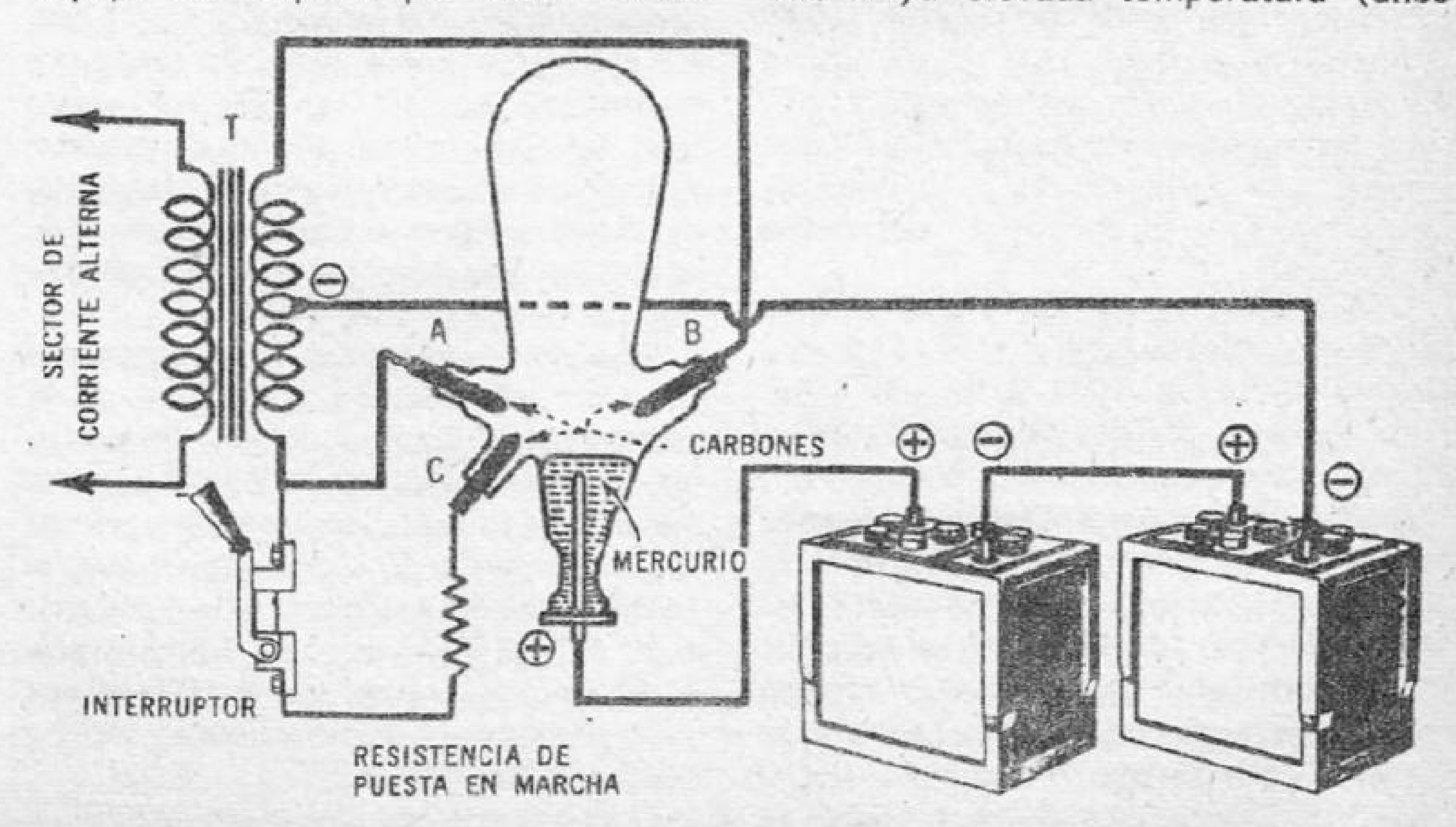


Fig. 43. Rectificador de vapor de mercurio para instalaciones industriales.

1 500° C) hace volatilizar cierta cantidad de mercurio, produciendo vapores que llenan toda la cámara. En estas condiciones, la corriente aplicada a los dos carbones, A y B, pasa de estos a la masa de mercurio cada vez que tienen polaridad positiva, de donde resulta que durante el primer medio ciclo pasa la corriente del carbón A al mercurio; en el medio ciclo siguiente (cuando el carbón B es positivo y el A negativo) pasará la corriente desde este carbón al mercurio. Esto hace que se mantenga el arco en forma permanente y se produzcan vapores mercuriales en forma continuada.

Como en los puntos donde se invierte el sentido de la corriente la intensidad es nula, se acostumbra a conectar una bobina con núcleo de hierro, destinada a ocasionar un retardo a la formación y extinción de la corriente rectificada; este efecto hace que la intensidad no se anule nunca, evitando la desaparición del arco y, por lo tanto, la formación de vapores de mercurio, indispensables para el funcionamiento de este tipo de rectificador.

Si se extingue el arco voltaico, hay que repetir la operación de balancear la ampolla hacia la izquierda y volverla, lentamente, a su posición normal en la forma ya explicada.

Este rectificador tiene la ventaja de ocasionar una caída de tensión relativamente baja, unos 15 V, si se utiliza corriente de 125 V, se obtienen 110 V, que permiten cargar hasta 45 ó 48 elementos, es decir, de 15 a 16 baterías conectadas en serie, de 3 elementos cada una.

Finalmente, el mercurio que se evapora a consecuencia del arco permanente, se eleva hacia la región superior de la ampolla de vidrio, donde la temperatura relativamente fría que allí reina hace que se condensen, cayendo en forma de gotas, de manera que la cantidad de mercurio permanece constante durante la vida de una ampolla.

El rectificador de vapor de mercurio se utiliza para rectificar grandes cantidades de energía. En vez de ampollas de vidrio, son grandes recipientes de hierro fundido y los electrodos se mueven mediante mecanismos automáticos. Se rectifican de esta manera hasta millares de kilovatios.

RECTIFICADORES METALICOS

39. Características fundamentales

Son numerosas las aplicaciones de los rectificadores metálicos en la industria, ya que permiten obtener corrientes redrezadas en una extensa gama de valores, desde un miliamperio hasta centenares de amperios.

Caracterizan a esta clase de rectificadores las siguientes ventajas:

1) No tienen partes movibles, construyéndose en unidades sumamente ro bustas;

2) Si se operan dentro de los valores correspondientes, tienen una vida prácticamente ilimitada;

3) Su rendimiento es sumamente elevado;

4) Su funcionamiento es totalmente estático y no tienen ninguna pieza rompible.

Hay dos clases fundamentales de rectificadores metálicos: a) de óxido de cobre; b) de selenio. Ambos tienen características rectificadoras muy pronunciadas, del orden de 1 a 1 000, es decir que dejan pasar la corriente rectificada en un sentido mil veces más que en el otro. Por consiguiente, en un rectificador de esta clase que produzca corriente rectificada de 1 A, la intensidad que circula en sentido contrario es de sólo 1 mA.

El punto crítico del funcionamiento de los rectificadores metálicos es la temperatura, que no debe sobrepasarse. El rectificador de óxido de cobre tiene como límite de temperatura de funcionamiento 55° C, mientras que el rectificador de selenio puede funcionar a 75° C, por esto hay una notable preferencia de adoptar los rectificadores de selenio, muy especialmente en los países tropicales.

Para ver claramente cómo influye la temperatura en el comportamiento de

los rectificadores metálicos, tomemos el estudio realizado con un rectificador de selenio, traducidos los valores obtenidos en forma gráfica (figura 44). Observamos que la tensión y la intensidad tienen los valores normales, es decir, 100 %, si la temperatura es de 35° C; en cambio, si sobrepasa este valor, van disminuyendo. A título de ejemplo, vemos que para una temperatura de 60° C es necesario reducir la tensión al 80 % de su valor normal y la intensidad al 40 %, con lo cual se evita que el rectificador se deteriore; si, por el contrario, la temperatura es menor que 35° C, entonces, aunque la tensión permanezca al valor normal, podremos obtener una intensidad mayor.

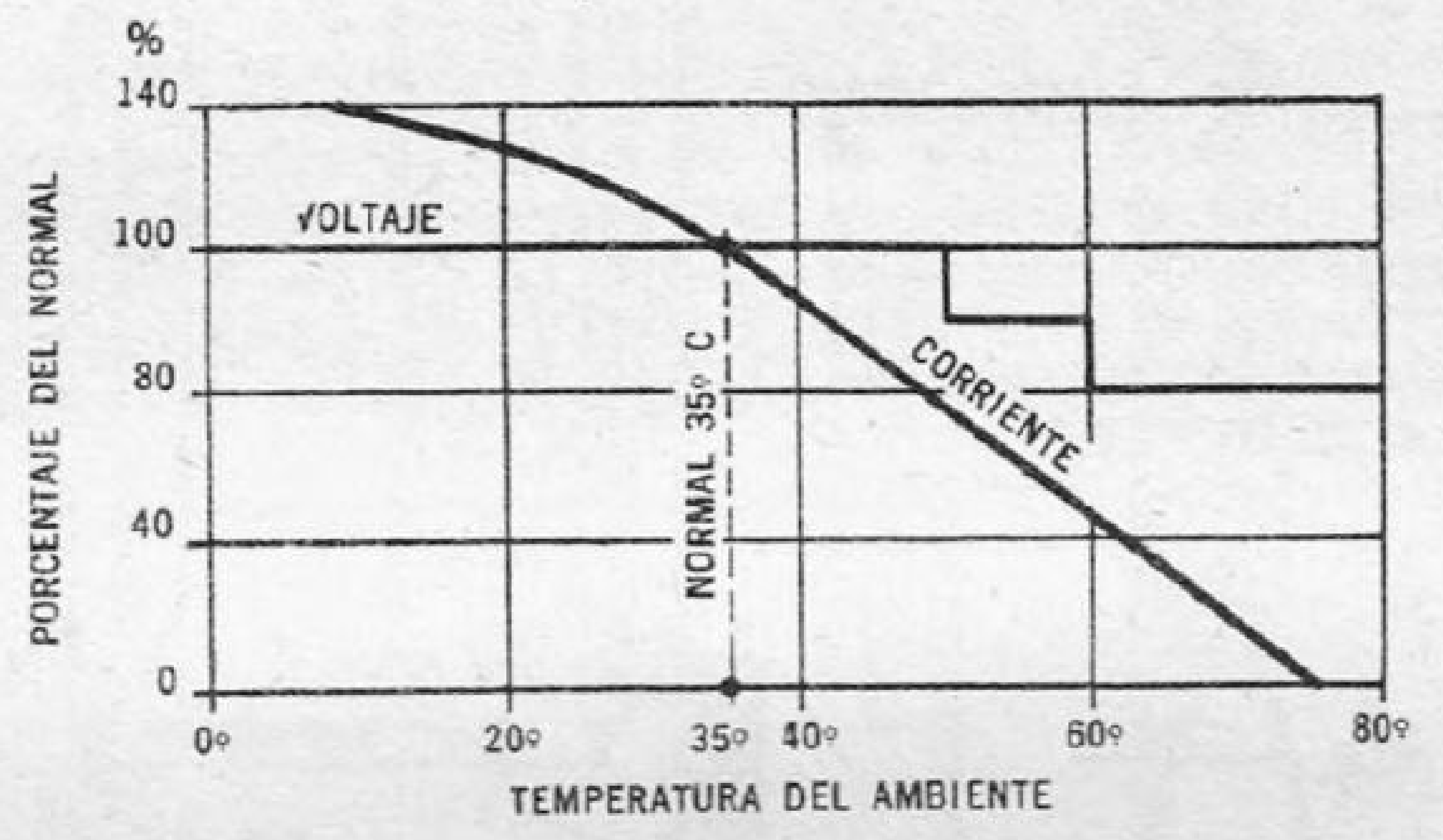


Fig. 44. Gráfico que indica el rendimiento de los rectificadores metálicos en relación con la temperatura del ambiente.

Sin ventilación adicional de ninguna clase los rectificadores metálicos pueden trabajar en forma continua, perfectamente, con una densidad de corriente de 70 mA por centímetro cuadrado del área útil de la superficie del elemento rectificador.

Aunque no se conoce muy bien la causa del funcionamiento de los rectificadores metálicos, se supone que es debida a un efecto peculiar de electrones que se interpone entre el contraelectrodo y el elemento activo (cobre o selenio), de tal suerte que, cuando no existe la película, pasa la corriente, y cuando se forma, actúa como una especie de barrera que limita la intensidad en la relación de 1 a 1 000.

40. Construcción de rectificadores metálicos

Difieren notablemente los rectificadores de cobre y los de selenio en lo que a su construcción se refiere, aunque su funcionamiento es similar.

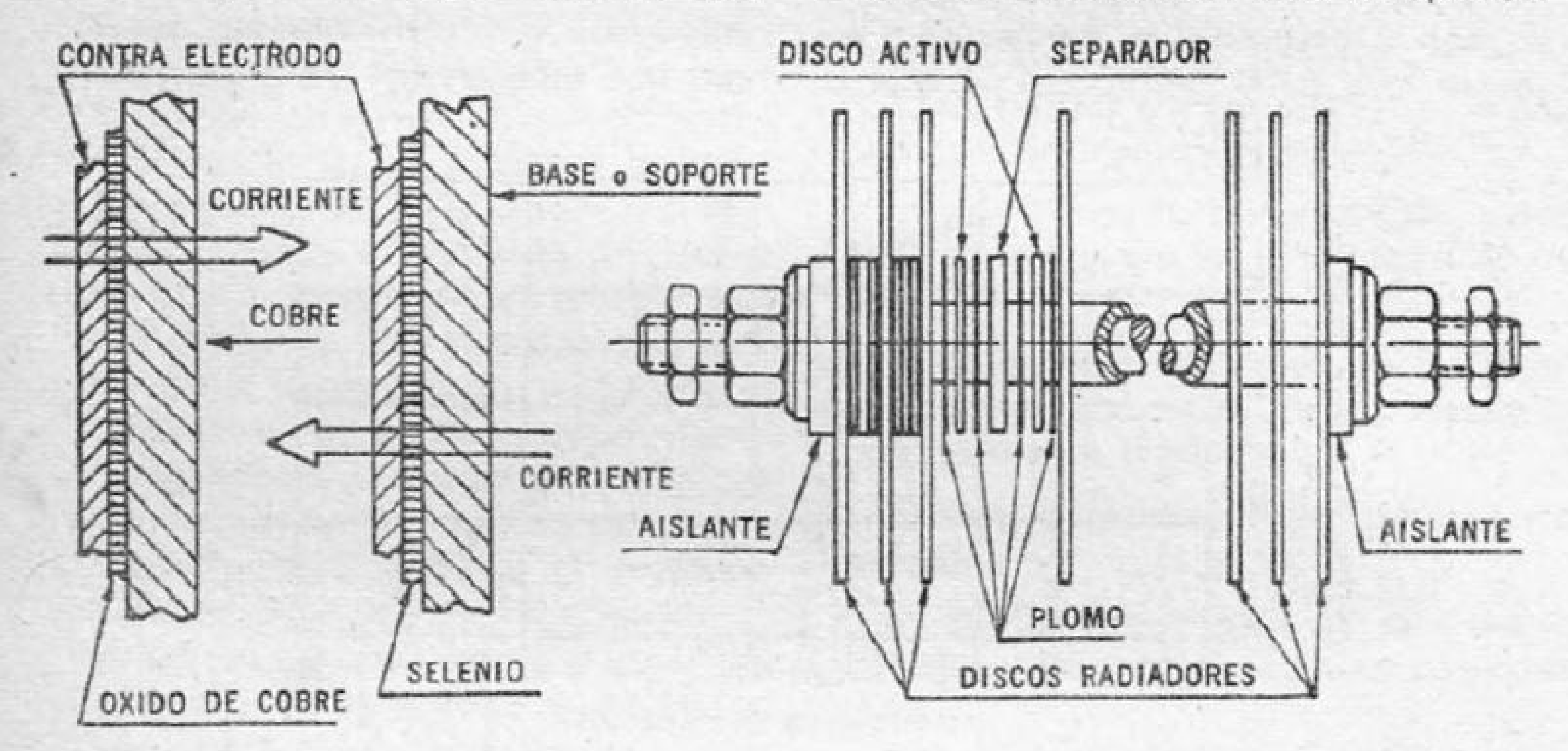
Rectificadores de óxido de cobre. Se forman con láminas de cobre, cortándose en forma circular o rectangular, según el tipo de rectificador que se construya. Estas láminas son entonces sometidas a un tratamiento térmico con una temperatura de unos 1 000° C, con lo cual se oxida una de sus caras. Luego es necesario someterlas a la acción de ácidos, cuya finalidad es sacar la capa de óxido de cobre que se forma sobre el óxido cuproso.

Este proceso debe completarse con otro tratamiento, que consiste en aplicar grafito coloidal sobre el óxido cuproso, con lo cual se reduce la resistencia eléctrica que ofrecería al ponerse en contacto con la superficie metálica del contraelectrodo; este último debe ser de un metal blando, que se aplica por presión sobre el óxido de cobre, preparado según la técnica descrita anteriormente. Es precisamente en esta superficie de contacto que tienen lugar los fenómenos electrónicos peliculares que facilitan el paso de la corriente en un sentido y lo dificultan

en el sentido contrario, es decir, al efecto de rectificación.

Una vista, en corte, de un rectificador de óxido de cobre se representa en la figura 45.

Rectificadores de selenio. La figura 46 ilustra el corte del elemento activo de un rectificador de selenio. El soporte está constituido por una lámina de acero niquelada o de aluminio, sobre una de cuyas caras se aplica una delgada capa de selenio, de tal manera que haga un perfecto contacto con la lámina. En estas condiciones se somete a una serie de tratamientos, cuya finalidad es producir una estructura cristalina del selenio, y luego se recubre con una capa de aleación que tenga un punto de fusión muy bajo, con lo cual habremos construido el contraelectrodo, distribuyéndose así uniformemente la corriente sobre toda el área activa de funcionamiento.



Figs. 45 y 46. Representación, en corte transversal, de un rectificador de óxido de cobre y uno de selenio, respectivamente.

Fig. 47. Aspecto general de los rectificadores metálicos, viéndose la disposición de los discos activos, los separadores y los discos radiadores.

Las unidades así obtenidas permiten construir los rectificadores para distintas intensidades, reuniendo en serie o en paralelo diversas unidades, según la disposición indicada en la figura 47. Los discos o placas rectangulares se disponen verticalmente, para asegurar así la mejor circulación del aire, condición fundamental en esta clase de rectificadores, ya que deben mantenerse a temperaturas relativamente muy limitadas. Las unidades tienen un agujero en el centro, por el cual pasa una varilla de madera que sirve de soporte al conjunto.

41. Montaje de los rectificadores metálicos

En la carga de baterías de acumuladores se utilizan los rectificadores metálicos desde las minúsculas unidades de 6 W de salida hasta las que entregan 300 W para cargar baterías de 24 V de gran capacidad, utilizadas en los grandes camiones y automotores de transporte.

El número de unidades conectadas en serie depende de la tensión de la batería a cargarse, mientras que la intensidad de carga se regula con el número de unidades conectadas en paralelo.

En los climas templados, la contratensión alterna no debe exceder de 18 V, mientras que la continua es de 12 V. Esto significa que para cargar una batería de 6 V o de 12 V es suficiente que el rectificador tenga sólo una unidad si es de medio ciclo y dos unidades, una en cada brazo del rectificador, si es de ciclo completo; en cambio, si hay que cargar baterías de

24 V, entonces ya es necesario emplear dos unidades en serie. Las figuras 48 y 49 ilustran ambas disposiciones y la forma que tienen las corrientes rectificadas respectivas.

tensidad que pueden entregar basándose en que la temperatura del ambiente es de 35° C, de forma que si es inferior, se obtienen amperajes mayores, y si la sobrepasan, la intensidad

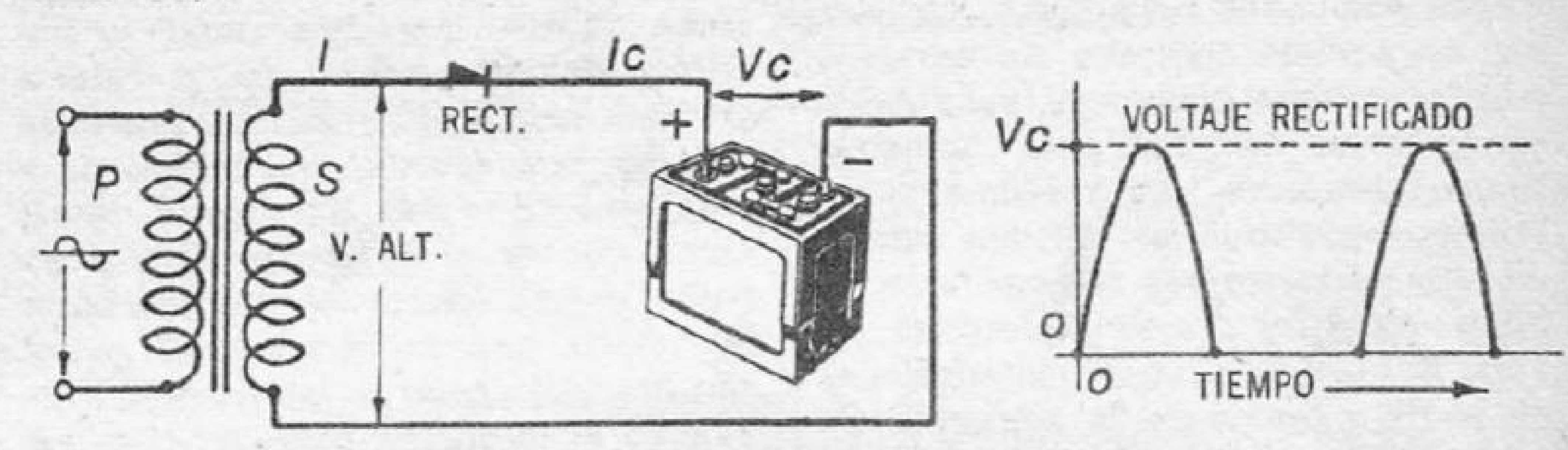


Fig. 48. Esquema de la conexión de un rectificador de óxido metálico de medio ciclo. utilizado en la carga de un acumulador. y forma del voltaje rectificado.

El área de las unidades y el número de ellas que se conecta en paralelo permiten obtener la intensidad de salida deseada, y, además, la clase de circuito empleado en la construcción

de salida se reduce. Por esta causa, las instalaciones que deben funcionar en países tropicales están provistas de un sistema de ventilación forzada, con aire frío, empleándose exclusiva-

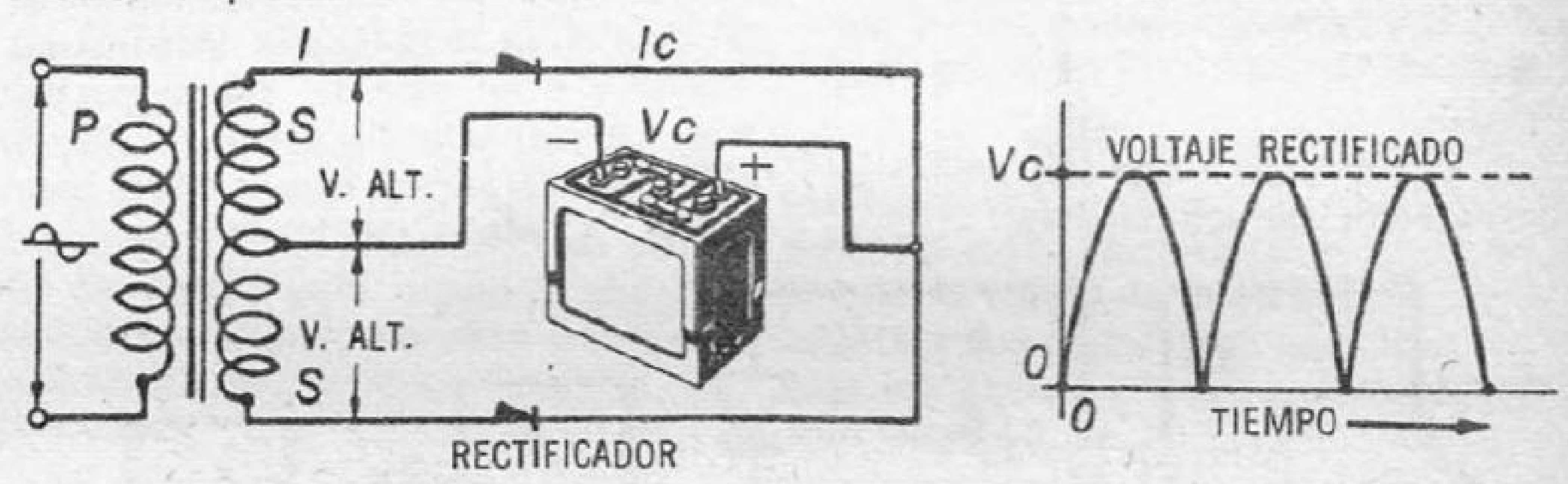


Fig. 49. Conexiones de un rectificador metálico doble de ciclo completo, indicando su circuito de utilización en la carga de una batería, y forma del voltaje rectificado.

del rectificador. Los representados en las figuras 48 y 49 se utilizan para intensidades pequeñas y medias, respectivamente, mientras que el montaje indicado en la figura 50 es utilizado con preferencia para obtener intensidades mayores.

Los constructores de rectificadores metálicos acostumbran indicar la in-

mente 75° C, en vez de los 55° C de los rectificadores de óxido de cobre.

Rectificadores de silicio. Indicaremos sólo brevemente los rectificadores que funcionan con semiconductores porque en nuestra obra *Electrónica del automóvil* tratamos este tema en forma completa.

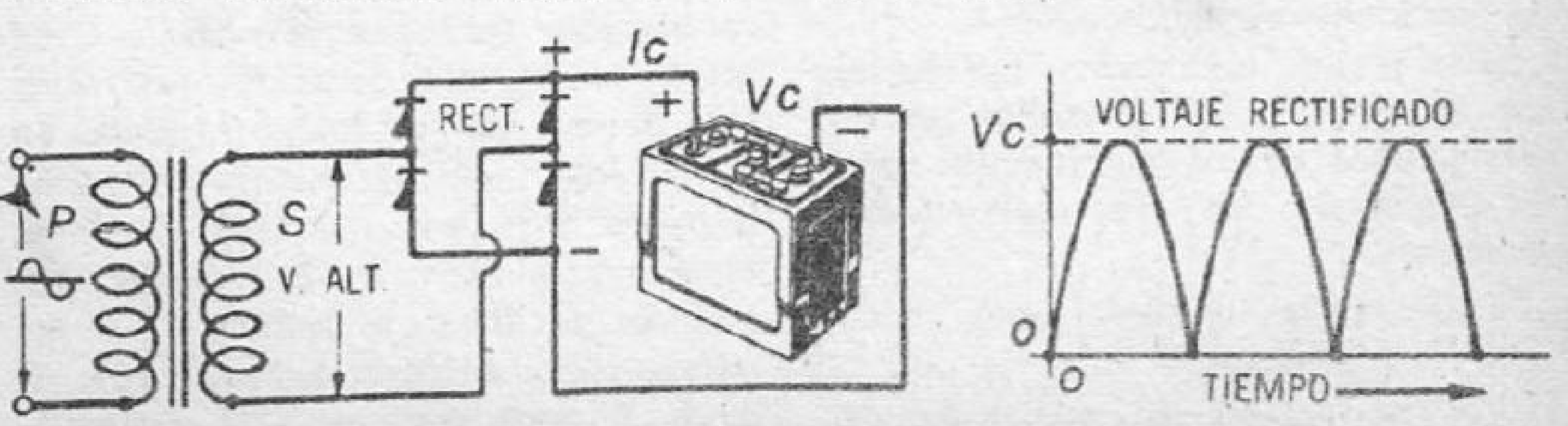


Fig. 50. Esquema, en puente, de un rectificador metálico doble, interconectado al circuito de carga (acumulador). A la derecha, forma del voltaje rectificado.

Los diodos, de **silicio** y **germanio**, se utilizan como rectificadores de la corriente alterna, utilizando sus propiedades de conducir la electricidad en una sola dirección (directa), ofreciendo poquísima resistencia; en cambio, en sentido contrario (inversa), la resistencia que oponen al paso de la corriente es muy elevada, actuando como verdaderos interruptores.

Estos rectificadores pueden funcionar con temperaturas del ambiente de hasta 200° C y resistir tensiones de 1 000 V, dejando pasar intensidades de varios centenares de amperes. Su rendimiento es elevadísimo: del 99 %.

Entre las numerosas ventajas que tienen con respecto de los otros sistemas de rectificación ya mencionados, merecen citarse los siguientes:

a) No envejecen, cosa que ocurre con las válvulas electrónicas.

b) Son pequeños, pesan poco y permiten ser colocados en espacios reducidos.

c) La humedad y las variaciones de temperatura no los afectan.

3) Rectificador de corrientes alternas monofásicas y trifásicas.

Los rectificadores monofásicos pueden ser de medio ciclo o de ciclo completo, empleándose los primeros como válvula que deja pasar la corriente del generador hacia la batería en las medias alternancias positivas de los alternadores monofásicos, y simplemente como interruptor direccional cuando el generador es una dínamo, dejando pasar la corriente hacia la batería cuando funciona el motor térmico del coche e interrumpiéndola cuando el motor se para, en cuyo caso la batería se descargaría sobre la dínamo, haciéndola funcionar como motor eléctrico.

Los rectificadores trifásicos, utilizados en los coches que tienen como generador un alternador de esta clase, rectifican las tres fases, formando un puente de rectificación trifásico en triángulo o en estrella, según los casos. La corriente de salida es de un valor casi constante, muy indicada para cargar la batería del coche.

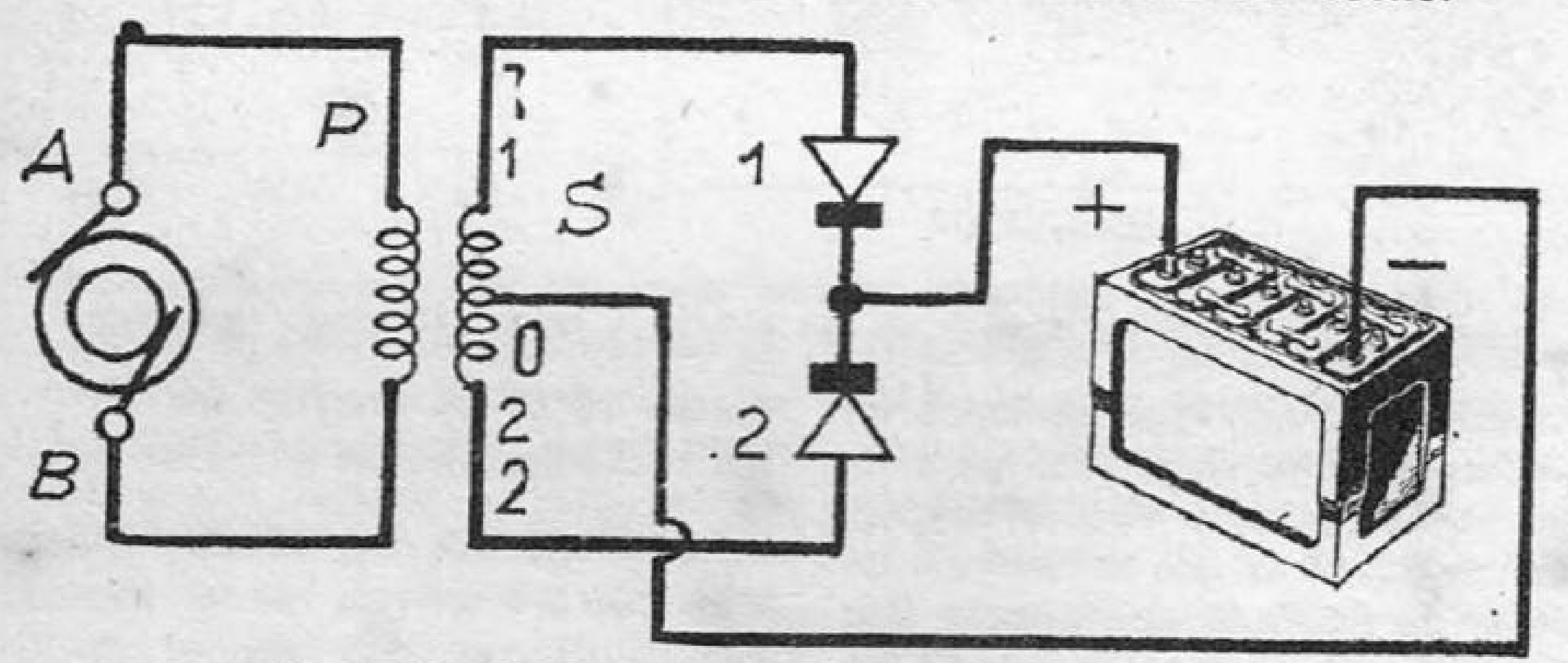


Fig. 50 (b). Rectificador monofásico con diodos, utilizando un transformador de conexión central.

d) Resisten las vibraciones y golpes accidentales moderados.

Todas estas cualidades los hacen muy aptos para ser utilizados en las instalaciones de los automóviles, donde encuentran las tres aplicaciones siguientes:

1) Interruptor unidireccional, sustituyendo al disyuntor.

2) Como válvula de seguridad, derivando tensiones excesivas.

En la figura 50 (b) se representa un rectificador monofásico de ciclo completo. La corriente pasa del alternador a la batería por el diodo 1 cuando en el terminal 1 del secundario del transformador hay una polaridad positiva, señalando el vértice del triángulo del símbolo del diodo el sentido de la corriente (del positivo al negativo); el diodo 2, recibiendo en ese momento el polo negativo del extremo 2 del se-

cundario, actúa en sentido inverso y no pasa corriente, cerrándose el circuito de la batería por la conexión media del secundario del transformador. Al medio ciclo siguiente entra

En la figura 50 (c) está representado el sistema completo de rectificación de un alternador trifásico, interconectadas sus fases en estrella mediante dos equipos de diodos para

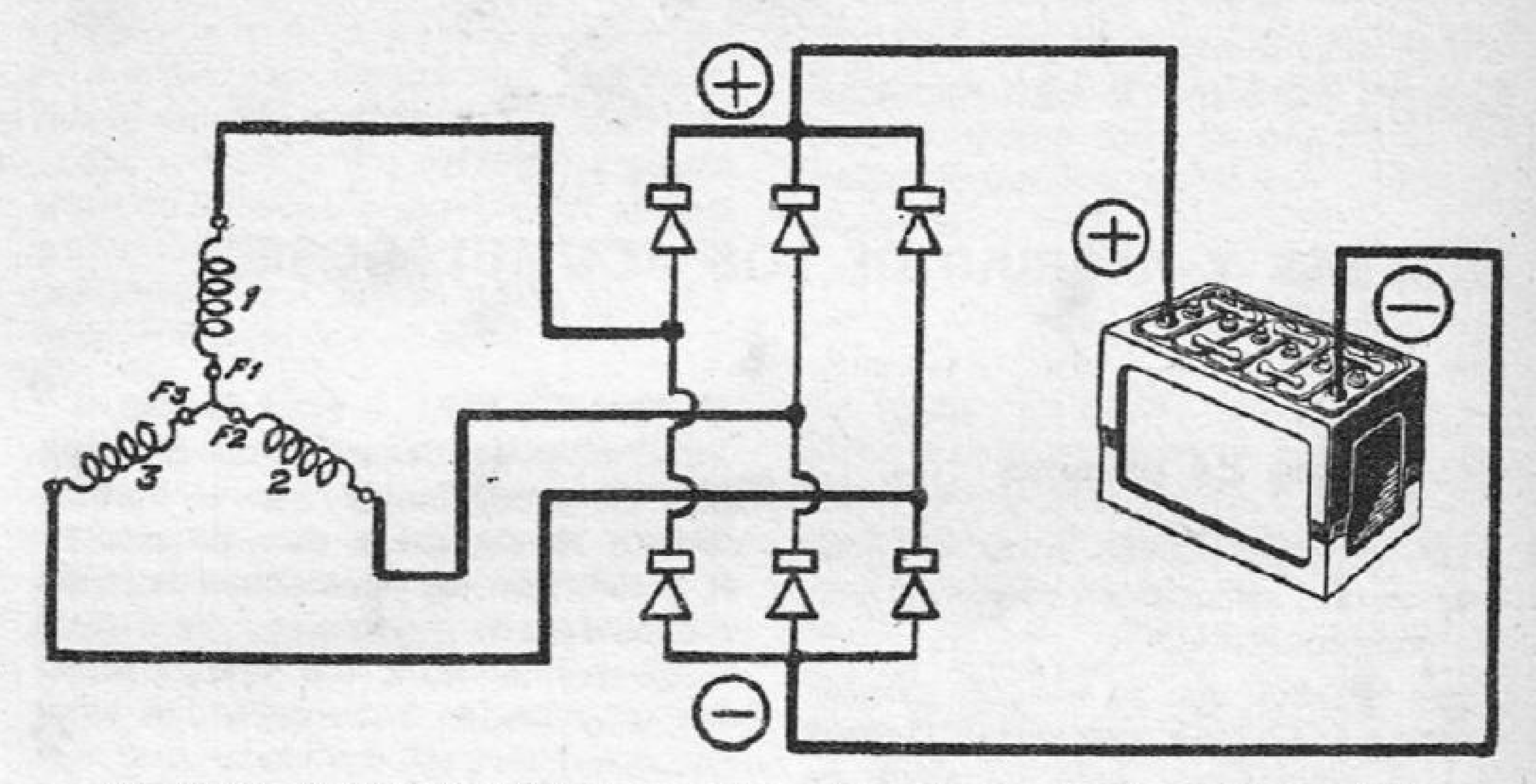


Fig. 50 (c). Rectificador trifásico con diodos. Alternador con sus fases interconectadas en estrella. Ejemplo típico en las instalaciones de los coches equipados con alternador.

en función el diodo 2, que deja pasar la corriente hacia la batería cuando el extremo 2 del secundario es positivo (al medio ciclo siguiente del alternador), repitiéndose este ritmo de funcionamiento mientras funciona el alternador.

cada fase. Cuando los extremos de los devanados son positivos, cada fase sucesiva envía corriente al positivo de la batería (diodo de la parte superior), mientras que cuando son negativos actúan los diodos inferiores, cerrando el polo negativo de la batería.

Capítulo VII

PRUEBAS Y AVERIAS DE LOS ACUMULADORES

42. Clases de pruebas

Las baterías pueden sufrir diversas averías que se localizan mediante ciertas comprobaciones.

Las pruebas que se realizan pueden agruparse en dos categorías, según que el acumulador esté instalado en un automóvil o que se tenga la batería en el banco de carga. Las pruebas en cuestión son las siguientes:

Batería en el coche.

a) Comprobar con el densímetro, según sea la densidad del electrolito, el estado de carga de la batería;

b) Medir con el voltímetro, sin consumo de corriente (a circuito abierto), la tensión de cada elemento;

c) Medir con el voltímetro la tensión de cada elemento mientras la batería entrega corriente a poca intensidad (faros encendidos), para averiguar si hay algún cortocircuito interno en algún elemento (que se pone de manifiesto al haber un paso de corriente, debido al consumo).

Batería en el banco de pruebas.

a) Medir la densidad con el densímetro;

b) Comprobar con el voltímetro y la barra de cadmio, el estado de las placas positivas y negativas de cada elemento de la batería;

c) Probar la descarga de un régimen 25 veces mayor que el normal, durante 15 segundos, para determinar el estado de los elementos: tensión y densidad.

Observamos que las comprobaciones que pueden hacerse a una batería, mientras está instalada son muy superficiales. Por esto, si es posible, aconsejamos sacarla del auto todos los meses, revisarla y someterla a una carga a fondo, con lo que se conseguirá prolongar su vida por lo menos el doble de lo que usualmente duran cuando no se las cuida debidamente.

43. Comprobaciones con el densímetro

Las mediciones hechas con el hidrómetro se consideran efectuadas cuando la temperatura del ambiente es de unos 20° C. Las indicaciones de las lecturas del punto en que el flotador queda a ras con el nivel del electrolito que se ha introducido en el recipiente del densímetro, se interpretan en la siguiente forma:

Densidad 1,230 a 1,300. El elemento que tenga esta densidad está completamente cargado, y si todos los elementos de una batería tienen ese valor, se considera bien cargada, es decir, lo que se denomina su plena carga.

Para acumuladores de uso general, cualquiera sea su tipo, la densidad 1,275 es la que se emplea como ple-

na carga; en cambio, a las baterías para automóvil se las hace trabajar forzando esta cifra, llegándose a la densidad típica de 1,300 (y a veces algo más) con el fin de concentrar el máximo de energía químico-eléctrica en el mínimo espacio posible; esta diferencia de 25 puntos en la densidad (1,300 — 1,275 = 25) caracteriza a esta clase de baterías, preparándose el electrolito más concentrado, o sea, con un porcentaje de ácido sulfúrico más elevado que para los otros usos.

Densidad 1,230 a 1,260. Cuando se obtenga la inferior de estas lecturas, es señal de que la batería está en condiciones de media carga, no debiéndose extraer mucha energía de la batería sin someterla a una nueva carga. A medida que sube puntos el flotador del hidrómetro, es indicación de que la condición de la batería es mejor; así, cuando señala 1,250, se considera bastante cargada, y aún más si alcanza a 1,260.

Esto es cierto en acumuladores de uso general; en las baterías instaladas en los automóviles (que siempre tienen una diferencia de 25 puntos), la primera lectura, 1,230, es señal de descarga bastante acentuada; por lo tanto, economizar la batería, encender poco los faros y gastar el mínimo de corriente en accesorios auxiliares: encendedor de cigarros, radio, etcétera.

Densidad 1,175 a 1,225. La primera de estas lecturas, 1,175, es considerada, en general, como signo de la descarga completa de una batería; es una condición en extremo peligrosa, debido a que las placas están repletas de sulfato de plomo (SO_4Pb), y si se deja así, éste se endurece a tal punto que hace difícil, y en muchos casos imposible, la recuperación del estado normal. El punto mínimo permisible es la densidad 1,200, que nunca debe descender; la puntuación 1,225 indica una batería que trabaja forzadamente: está iniciándose su plena descarga y debe evitarse que empeoren estas condiciones.

En baterías generales, la indicación 1,175 es peligrosa; en una batería de auto, es una señal grave: a menos de sacarla del vehículo y someterla a una carga a fondo rápidamente, puede considerarse como batería perdida, pues la sulfatación estropeará las placas.

Consideraciones importantes. Al hacer comprobaciones mediante el densímetro, deben tomarse una serie de precauciones que considero oportuno enumerar:

a) Las lecturas deben tomarse antes de añadir agua en las células o elementos, ya que de lo contrario serán falsas. En efecto, el agua que se añade queda en la parte superior, debido a su densidad menor que la del electrolito y por la dificultad que ofrece de mezclarse con él, de lo cual resulta que el líquido que succiona la jeringa del hidrómetro es casi agua pura, señalando, en consecuencia, una densidad de 1 o muy poco más. Para evitar este inconveniente, cuando se añade agua destilada (única que debe usarse para estos fines), someta la batería a una carga y después mida la densidad;

b) El nivel del electrolito debe sobrepasar las placas y separadores unos 8 mm; si no es así, es necesario añadir agua destilada hasta alcanzarlo. Una vez hecho esto, cargue la batería, y cuando vea el abundante desprendimiento de burbujitas, señal de que la carga es total, entonces tome lecturas con el hidrómetro, seguro de que el agua añadida estará íntimamente mezclada con el electrolito;

c) Devuelva siempre el electrolito que tome de un elemento a ese mismo elemento, nunca a otro, ya que ello desequilibraría el estado electroquímico de la batería;

d) Si un elemento ha disminuído mucho el nivel del electrolito (sin que haya habido derramamiento), es señal de que hay alguna fuga.

44. Comprobaciones con el voltímetro

La medición del voltaje es el segundo paso para comprobar el estado de una batería. Debe utilizarse un buen

voltímetro, de alta resistencia (unos 1 000 Ω por voltio), cuya escala esté comprendida entre 0 y 3 V:

a) Sin que pase corriente por la batería, desconectada;

b) Pasando corriente, descargando la batería a una intensidad reducida, lo cual se consigue cerrando los bornes extremos por medio de una resistencia que tenga un valor adecuado.

Prueba a circuito abierto. Con la batería desconectada (fig. 51) se toman las lecturas de los tres elementos, separadamente. Debe obtenerse una tensión de unos 2 V, quizás algo

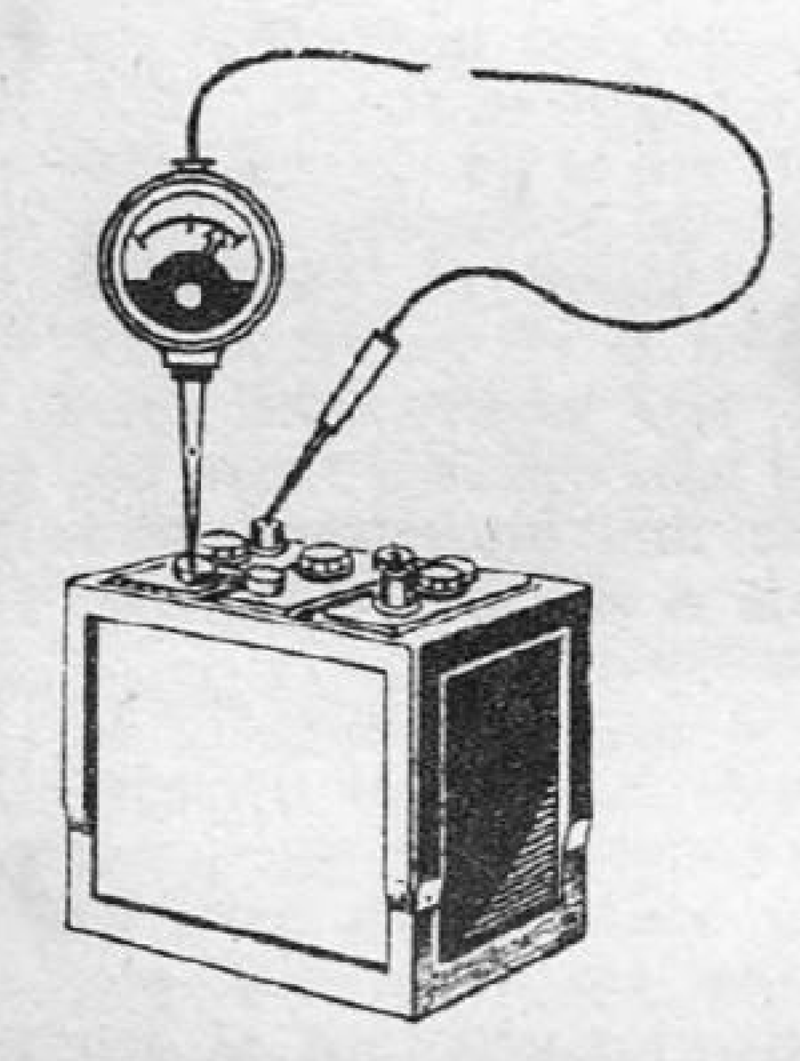


Fig. 51. Modo de comprobar la tensión de los elementos, uno a uno.

más, si la batería está bien cargada; si se obtuviese una presión del orden de 1,8 V en alguno de los elementos, debe efectuarse la prueba b), pasando corriente, para determinar si hay alguna falla interna.

Una vez comprobado el voltaje de un elemento, se pasa a medir el siguiente, y así con los tres; si todos acusan una tensión de unos 2 V y la prueba del densímetro ha sido satisfactoria, puede considerarse que la batería está en buenas condiciones.

Las conclusiones prácticas a que conduce la prueba del voltímetro a circuito abierto, en combinación con las del densímetro, son las siguientes:

1) Si la tensión es de 1,8 V, debe recargarse a fondo para disolver el sulfato de plomo que hay en las placas;

2) Al desconectarse una batería inmediatamente después de una plena carga, la tensión es de 2,15 V, pero, tan pronto empieza su descarga, desciende rápidamente a unos 2 V, valor que mantiene largo tiempo, hasta que empieza a dar señales de franca descarga;

3) La relación entre las indicaciones del hidrómetro y las del voltímetro, cuando un acumulador está en perfectas condiciones de funcionamiento, vienen expresadas en la tabla 1.

Prueba a circuito cerrado. Tiene por objeto poner en evidencia si existe un circuito interno en la batería. En efecto, cuando el voltímetro señala una tensión del orden de 1,8 V, no se puede asegurar si es debido a que está descargado el elemento en cuestión o si hay algún defecto interno. Se dilucida esta duda haciendo pasar corrien-

Tabla 1

DENSIDAD, TENSION Y ESTADO DE CARGA

Tensión (V)	Densidad	Grados Beaumé	Estado de carga
1,75	1,120	15	Descargado
1,85	1,160	20	0,25 cargado
2,00	1,210	25	0,50 cargado
2,05	1,250	29	0,75 cargado
2,15	1,295	33	Carga completa

te por el elemento dudoso, descargándolo a través de una determinada resistencia (fig. 52), y, mientras esto sucede, se mide con el voltímetro la tensión entre sus bornes.

El valor de la resistencia debe permitir un paso de corriente de 4 a 6 A. Esto lo conseguiremos fácilmente empleando una resistencia construida con alambre de hierro de 1 mm de diámetro y unos 8 m de longitud, que tiene una resistencia eléctrica de 1 Ω; siendo la tensión entre los bornes extremos de la batería de unos 6 V, el valor de la intensidad que recorrerá el circuito será de 6 A. Este resistor,

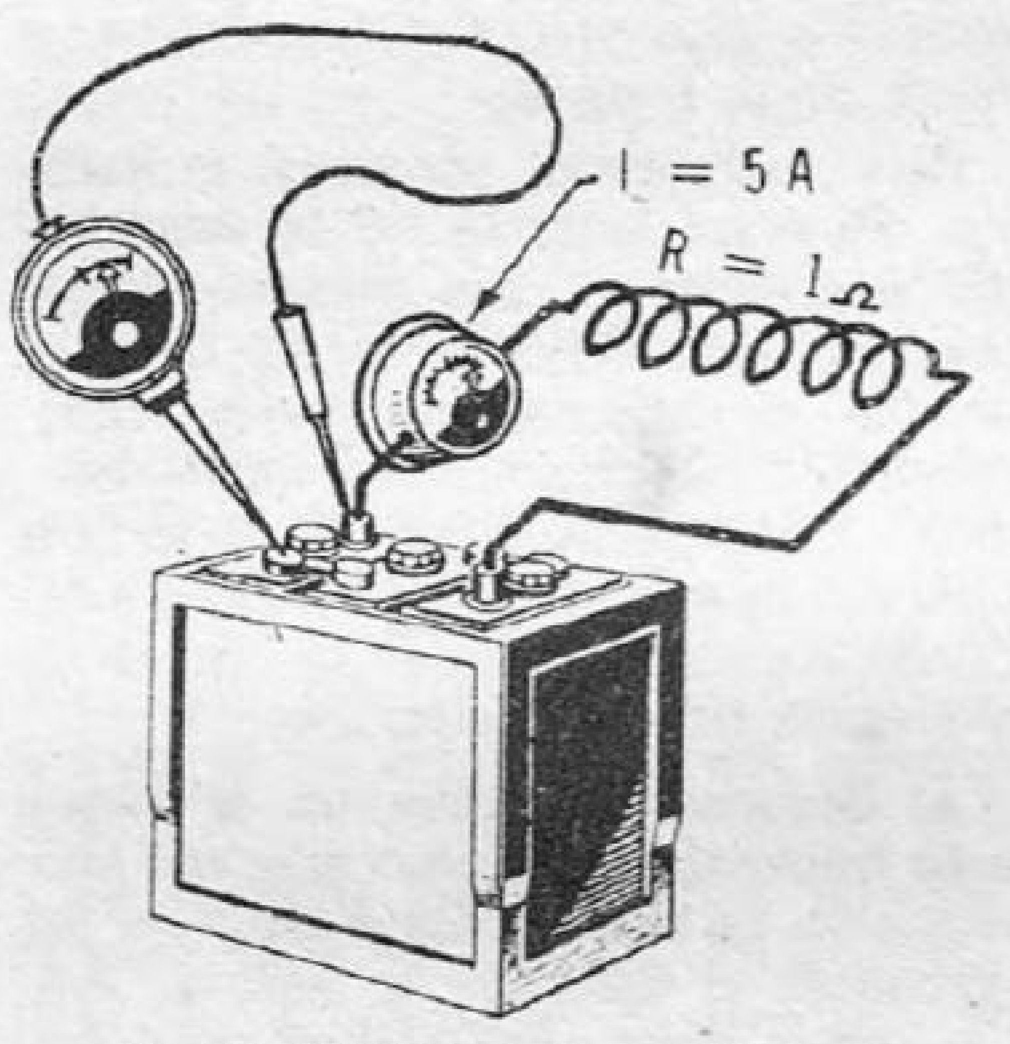


Fig. 52. Medida de la tensión de un elemento en descarga a poca intensidad.

de alambre desnudo, conviene hacerlo con las espiras separadas para evitar los cortocircuitos, o bien construirlo sobre un bastidor rectangular de cuatro listones, disponiéndose el alambre en forma de zig zag.

Las indicaciones que se obtienen con el voltímetro, mientras por la batería fluye la corriente, se interpretan en esta forma:

a) Si la tensión de cada elemento es aproximadamente la misma que la que se obtuvo en la prueba a circuito abierto, o sea, si ambas lecturas han sido del orden del 1,8 V la batería está descargada, sin averías internas;

b) Si en algún elemento de una batería se observa que la tensión es muy inferior a la de los otros, es muy posible que sus placas hagan contacto entre ellas o con el sedimento acumulado en el fondo, formado por la pulverización de la materia activa;

c) Si una batería plenamente cargada, al ser sometida a la prueba de la tensión en descarga, indicase que algún elemento no señalase la tensión de algo más de 2 V, como los otros, entonces es necesario recurrir a una prueba suplementaria mediante una barra de cadmio, con lo cual se puede determinar si son las placas positivas o las negativas las responsables de la avería.

Las dos manifestaciones más importantes del estado de una batería es saber si se mantiene a baja carga o si no conserva la carga. Vamos a considerar estos dos casos por separado porque nos darán la clave de la causa de las anomalías que pueda tener.

45. Acumulador con carga débil

Si se observa que la batería no se recupera a sí misma, es decir, que su carga se mantiene siempre baja, lo cual se pone en evidencia observando el aspecto mortecino de los faros y demás luces, dificultad en el arranque del motor, fallas muy frecuentes del sistema de ignición, etcétera, es necesario definir exactamente si ello es debido a la batería o bien al alambrado, conexión floja, etcétera. Para localizarlo obsérvense los siguientes puntos:

a) Comprobar si la batería está descargada, para lo cual deberá medirse la densidad del electrolito de cada elemento, tensión, etcétera. En este caso debe procederse a su carga según las normas dadas anteriormente;

b) Poco nivel del electrolito, el cual debe restablecerse con agua destilada, según las reglas especificadas y, si fuese necesario, se igualan las densidades;

c) Los separadores están estropeados, en cuyo caso no queda otro recurso que cambiarlos por otros nuevos;

para ello es preciso desmontar la batería;

d) Las placas están sulfatadas en forma indebida, es decir, que se ha dejado descargada la batería. No queda otro recurso que someter la batería al proceso de desulfatación;

e) Terminales flojos o rotos, llenos de óxido y suciedad; deben limpiarse y untarse con la grasa que se emplea en el eje diferencial o con vaselina neutra;

f) Placas destruidas por la acción de la sulfatación, mal cuidado de la batería, etcétera. Debe desmontarse la batería y cambiar las placas malas; generalmente, cuando el estado de la batería ha llegado a eso, mejor es poner una nueva;

g) Poca capacidad de la batería por el trabajo que se le exige. Este caso es raro, a menos que se hayan hecho cambios en el coche, poniendo faros de mayor consumo, un motor de arranque más potente, o bien que se haga exceso de consumo con accesorios suplementarios, tales como la radio y algún medio de calefacción eléctrica. Generalmente, los coches vienen equipados con baterías de capacidad suficiente para el consumo que de ellas se necesita;

h) Conexiones invertidas de la batería, cosa que sólo es de temer si es montada en el coche por personas inexpertas.

Tan pronto se observe que la tensión de cualquiera de los elementos desciende a menos de 1,7 V, o bien que la densidad del electrolito se mantiene en 1,200, sin aumentar, es necesario desmontar la batería y someterla a un riguroso examen, a fin de determinar la causa de su mal funcionamiento.

Si uno se encuentra en un lugar donde no es posible recargar la batería de inmediato, es aconsejable dejar el motor del coche funcionando un buen rato, sin luces ni ningún consumo adicional (radio, etcétera), para tratar que se recupere algo su carga. Es aconsejable, en tales circunstancias, poner el motor de explosión en marcha a mano, ya que la batería sufre una descarga enorme cuando acciona el motorcito de arranque.

46. La batería no mantiene la carga

Si un acumulador, después de haberse mostrado incapaz de mantener su carga, se ha sometido a una inspección y se ha cargado a fondo en el banco, ahora debe recuperarse con la carga que le proporciona la dínamo del coche. Si no fuese así, entonces es preciso determinar la causa de la anomalía, que puede estar dentro o fuera de la batería.

Para averiguarlo, cárguese la batería, tómense lecturas de la densidad del electrolito de cada elemento y déjese el acumulador sin uso durante un día. Al cabo de este tiempo, vuélvanse a tomar las lecturas de la densidad, cuyas variaciones nos darán una idea exacta de su mal funcionamiento. Consideremos las probables causas de avería dentro del acumulador:

a) Separadores rotos es la causa más frecuente, lo mismo que una acumulación de materia disgregada de las placas en el fondo de la batería. Ambas cosas tienen por efecto ocasionar un cortocircuito entre las placas de polaridad contraria, descargando rápidamente la batería;

b) Recipiente roto de uno o más elementos. Esto es frecuente por la forma en que se manejan las baterías, por la presión que ocasiona el electrolito si se congela, por torcerse las placas debido a las acciones mecánicas que ocasionan las descargas bruscas, por falta de nivel del electrolito, etcétera. En tal caso, el electrolito se escapa y el elemento en cuestión pierde su carga. Un recipiente roto se identifica fácilmente, aunque sólo esté rajado, debido a la constante disminución del nivel del electrolito en ese elemento; es necesario añadirle agua destilada con mucha frecuencia para restablecerlo, lo cual empobrece el porcentaje de ácido y, por consiguiente,

de la carga. No queda otro remedio que cambiar la vasija rota y restablecer la carga;

c) Placas defectuosas afectan la capacidad de la batería, disminuyéndola. Entre las principales causas que producen esta avería, deben mencionarse las siguientes: 1) sulfatación anormal, por permanecer descargada; 2) exceso de temperatura por un régimen de carga o descarga excesivo; 3) torcedura, por falta de electrolito o exceso de régimen de descarga; 4) congelación del electrolito, por mantenerse la batería descargada cuando la temperatura es inferior a 0° C; 5) acumulación de sustancias componentes de las placas, que se han desintegrado por la acción del frío, descargas rápidas, etcétera.

47. La carga y el frío

En los días rigurosos de invierno es cuando se observan las mayores fallas de las baterías de automóvil. La causa es que el proceso de carga se ve dificultado por las bajas temperaturas, debido al estado viscoso del electrolito.

Es evidente que en tales circunstancias, si se pone en marcha el coche mediante el motorcito de arranque, el gran esfuerzo que éste debe realizar para despegar todo el equipo móvil del motor (pistones, cigüeñal, etcétera), fuertemente adherido a causa del aceite que ha perdido su fluidez, hace que la batería se descargue totalmente en la gran mayoría de los casos. Si se consigue poner en marcha el coche y se llega a la primera estación de servicio, lo que se acostumbra a hacer es someter la batería a una carga rápida de unos 20 minutos, con lo cual observamos, satisfechos, que la batería es capaz ahora de hacer funcionar el motorcito eléctrico y poner en marcha el motor del coche. Si en estas condiciones dejamos el coche estacionado, veremos, estupefactos, que la batería se ha vuelto a descargar y no es capaz de accionar el motorcito de arranque. Diremos: esta batería está estropeada, hay que cambiarla, lo cual no es cierto.

Lo que sucede es lo siguiente: las reacciones químicas se ven retardadas a consecuencia del frío y favorecidas con el calor, y, cuando se pone en carga rápida una batería, la energía eléctrica que se le aplica se gasta casi íntegramente calentando el electrolito y las placas, a consecuencia de lo cual se inicia una débil carga que reactiva la acción química, produciendo la impresión que se ha cargado, bastando con dejar enfriar la batería para comprobar su verdadero estado de descargada.

Los cargadores rápidos de batería rinden excelentes servicios siempre que el electrolito tenga una temperatura de unos 45° C, como máximo, durante la carga, y que ésta se realice normalmente, sin que se produzcan abruptamente grandes cantidades de gases que revientan en forma de burbujas en la superficie del electrolito. Si tal sucede, las placas se desintegran y la batería dura muy poco tiempo.

48. Consideraciones prácticas sobre las baterías

A continuación vamos a resumir los principales conocimientos relativos a las baterías eléctricas:

1. Los acumuladores se cargan con corriente continua; si dispone de corriente alterna, necesita interponer un rectificador entre la línea y las baterías en carga;

2. Las polaridades deben estar exactamente determinadas;

3. La resistencia que se coloca en el circuito de carga determina el régimen o intensidad que atraviesa la batería que está cargando;

4. La tensión que se necesita para cargar un acumulador puede evaluarse en 2,5 V por cada elemento; por lo tanto, si tiene tres elementos, necesitará una tensión de $3 \times 2{,}5\ V = 7{,}5\ V$;

5. En las líneas de 110 V a 125 V (de corriente continua, desde luego)

se pueden poner en carga hasta 12 baterías de tres elementos (6 V), por requerirse 12 × 7,5 V = 90 V, quedando los restantes para regulación;

6. En líneas de corriente continua de 220 V se pueden conectar en serie hasta 25 baterías de 6 V;

7. El régimen de carga de una batería debe estar comprendido entre la octava y la décima parte de su capacidad, en amperioshora;

8. Manténganse las baterías siempre cargadas, con el electrolito sobrepasando unos 10 mm sobre las placas. Si es menos, falta; si es más, sobra, derramándose y ocasionando una serie de efectos, todos malos;

9. Nunca añada ácido para restablecer el nivel del electrolito: sólo se evapora el agua y, por lo tanto, debe añardirse solamente agua destilada;

10. Cada semana debe revisarse la batería: tomar la densidad, establecer el nivel del electrolito e inspeccionar el amperímetro, cuando funciona el coche, a ver si la carga se efectúa normalmente. Sobre todo en invierno, no añada nunca agua estando la batería descargada;

11. Obsérvese el amperímetro cuando indica que la batería se está cargando al máximo, a ver si ésta se calienta. Si tal sucediese, corrija el régimen de carga de la dínamo, actuando sobre la tercera escobilla. Esta precaución debe tenerla cuando empieza la primavera y en pleno verano;

12. En invierno tenga la precaución de que la batería esté siempre bien cargada, para evitar que se congele el electrolito. En caso de no poderse obtener este resultado con la carga del coche, señalando una densidad de 1,210, sáquela y déle una buena carga a fondo, que desprenda burbujas durante varias horas. Esta carga conviene hacerla a un régimen no mayor de un décimo de la capacidad de la batería: si es de 100 Ah, cargarla 10 A;

13. En invierno, cuando añada agua para restablecer el nivel del electrolito, la batería debe estar cargándose a un régimen no inferior a 1/10 de su capacidad;

14. Emplee el motor de arranque lo menos posible: es lo que deshace más rápidamente las placas de la batería;

15. Evite hacer andar el coche con el motor de arranque. En caso de absoluta necesidad, ponga la primera marcha;

16. Absorba la menor cantidad posible de energía de la batería: use lámparas que no sean exageradas, faros que consuman lo mínimo y, sobre todo, no los tenga encendidos estando el motor sin funcionar;

17. Mantenga siempre la batería limpia, con los terminales bien apretados y libres de toda traza de suciedad y oxidación: úntelos con vaselina neutra o con la grasa que se emplea en el diferencial;

18. Asegúrese, de tanto en tanto, que la dínamo funcione bien, dando la intensidad necesaria. Esta comprobación debe hacerse siempre que se observe que la batería se sobrecarga, calentándose, o bien que permanece en estado de semicargada, con una densidad de electrolito de 1,200 o inferior a esta cifra.

19. **Importantísimo:** Durante la carga se produce el desprendimiento de gases, oxígeno e hidrógeno, que explotan abruptamente con enorme fuerza, si se les aplica una llama: fósforo, encendedor, etcétera, haciendo extensiva esta precaución a evitar producir chispas golpeando herramientas de acero, que pueden ocasionar el mismo efecto que una llama. Es una excelente precaución, después de haber cargado la batería, dejar destapados los orificios de los elementos por lo menos durante una hora y luego, antes de taparlos, sacar todo residuo de gases mediante un fuelle; entonces es cuando pueden cerrarse.

49. Reparación de las baterías

Generalmente, las baterías nuevas son garantidas por sus fabricantes por un período de tres meses o hasta un

año si se someten periódicamente a inspecciones adecuadas en las estaciones de servicio habilitadas a este fin. Esta garantía se refiere a defectos de construcción, materiales componentes y otras causas, de los que el fabricante puede considerarse responsable.

En ciertos países, donde las baterías son relativamente baratas y el costo de las reparaciones es elevado, no se justifica el arreglo de los acumuladores si ya han funcionado un tiempo razonable y el coche ha efectuado con una batería un determinado número de miles de kilómetros, pero otra cosa es cuando un acumulador de coche cuesta una importante suma y la mano de obra es relativamente económica. En estos países está plenamente justificada la reparación de las baterías, siendo esta profesión, junto con la carga, una de las más lucrativas actividades de la industria automotriz.

Las operaciones se efectúan en cuatro etapas:

1) **Desmontaje de la batería,** que comprende: sacar el electrolito, guardándolo en recipientes adecuados; sacar las tapas de los elementos, calentando previamente el alquitrán; levantar con sumo cuidado los paquetes de placas de cada elemento y retirar los separadores;

2) **Inspección** de los diversos componentes, interpretando, según su aspecto, defectos visibles, coloración, etcétera, las causas que hayan producido la avería: placas dobladas, separadores rotos, falta de materia activa por haberse pulverizado, sulfatación de las placas, etcétera.

3) **Arreglo,** donde interviene la pericia del profesional para restablecer las buenas condiciones de funcionamiento de las diversas partes que componen la batería;

4) **Montaje del acumulador,** volviendo a reunir los grupos de placas positivas y negativas, interponiendo los separadores; colocarlos en cada elemento en su debida posición y luego colocar las tapas; soldar los bornes de unión de los elementos y, finalmente, colocar el alquitrán. En estas condiciones, la batería ha sido totalmente remontada, faltando sólo llenarla con electrolito para someterla a su primera carga.

TERCERA PARTE

IGNICION A BATERIA

Capítulo VIII

COMO FUNCIONA EL ENCENDIDO DEL AUTOMOVIL

50. Conceptos fundamentales

En los motores de gasolina, casi al final de la compresión de la mezcla debe producirse su combustión, lo cual se consigue mediante la generación de una chispa eléctrica. Los automóviles emplean casi exclusivamente el motor de 4 tiempos.

En estos motores se produce una explosión en cada cilindro por cada 2 vueltas del eje; por lo tanto, si tiene una velocidad de unas 3 000 rpm, se producen 1 500 explosiones por minuto, o sea, 25 por segundo. Considerando un motor de 4 cilindros, vemos que el sistema de ignición debe producir nada menos que 100 explosiones por cada segundo, distribuidas en los correspondientes cilindros.

El sistema de ignición requiere tensiones muy elevadas para que salte la chispa entre los dos electrodos de la bujía: de 10 000 a 20 000 V. Este valor tan grande es necesario porque la ignición, invariablemente, debe producirse cuando la mezcla está comprimida a varias atmósferas de presión (de 5 a 7 kg. por centímetro cuadrado), debiéndose tener en cuenta que la propagación de la combustión no es instantánea en la cámara y, para que la combustión sea completa, deben seguirse produciendo chispas cuando ya reinan presiones de 25 a 30 atmósferas, en cuyas condiciones las chispas encuentran enorme resistencia para perforar la masa gaseosa.

Las condiciones anteriores del funcionamiento del sistema de ignición nos hacen ser muy cautelosos en aceptar como testimonio de buen funcionamiento de una bujía que ésta produzca magníficas chispas en el aire. Deben probarse en un aparato especial, que consiste en una caja hermética con un cristal para poder ver su interior, todo dispuesto de tal manera que se coloca la bujía bien roscada, se cierra la ventanilla, luego se introduce aire a una presión de unos 30 kg por centímetro cuadrado y, finalmente, se aplican a la bujía tensiones de unos 10 000 V, luego 15 000 V y, por último unos 20 000 V, con lo cual se tiene una idea bastante exacta del comportamiento de esta bujía en condiciones muy similares a las que existen en la cámara de combustión al producirse la ignición de la mezcla (fig. 70 bis).

51. Conjunto del sistema de ignición

La chispa que producen las bujías alojadas en la cámara de compresión requieren por lo menos tensiones de unos 10 000 V. Es evidente que la batería de acumuladores necesita algún dispositivo capaz de elevar su tensión de dos a tres mil veces y que estos impulsos eléctricos sean recibidos en el momento preciso, exacto; estas dos condiciones, elevar la tensión y distribuir la corriente que alimenta las bujías, constituyen el sistema de ignición o encendido.

Los órganos fundamentales para obtener estos resultados son: a) la bobina elevadora de tensión; b) el interruptor sincrónico; c) el distribuidor de chispa, como vulgarmente se le llama y que, en rigor, debería denominarse distribuidor de alta tensión, ya que no son chispas lo que distribuye, sino la corriente capaz de producirlas.

El esquema del procedimiento de interrumpir el circuito de la bobina mediante un dispositivo sincrónico lo representa la figura 53. Los dos contactos (a y b) sólo se abren cuando la excéntrica presiona la pieza de fibra que levanta la palanca que oscila alrededor del punto A. Resulta de todo esto que la batería permanece mucho tiempo entregando energía eléctrica, siendo las rupturas de los contactos entre a y b de cortísima duración; precisamente, al separarse es cuando se produce la corriente inducida en el circuito secundario; en este preciso instante el brazo giratorio 3, del distribuidor, hace contacto con el borne del circuito de la bujía que debe recibir la alta tensión generada.

En consecuencia, el sistema de encendido de un motor de explosión comprende los siguientes órganos:

a) Una bobina que eleva la tensión de la batería;

b) Un interruptor sincrónico del circuito primario;

c) Un condensador que absorbe la chispa del interruptor;

d) Un distribuidor que envía la corriente de alta tensión a la bujía correspondiente en el momento preciso;

e) Una bujía, alojada en la cámara de compresión, que genera la chispa al recibir, por intermedio del distribuidor, la corriente de alta tensión de la bobina.

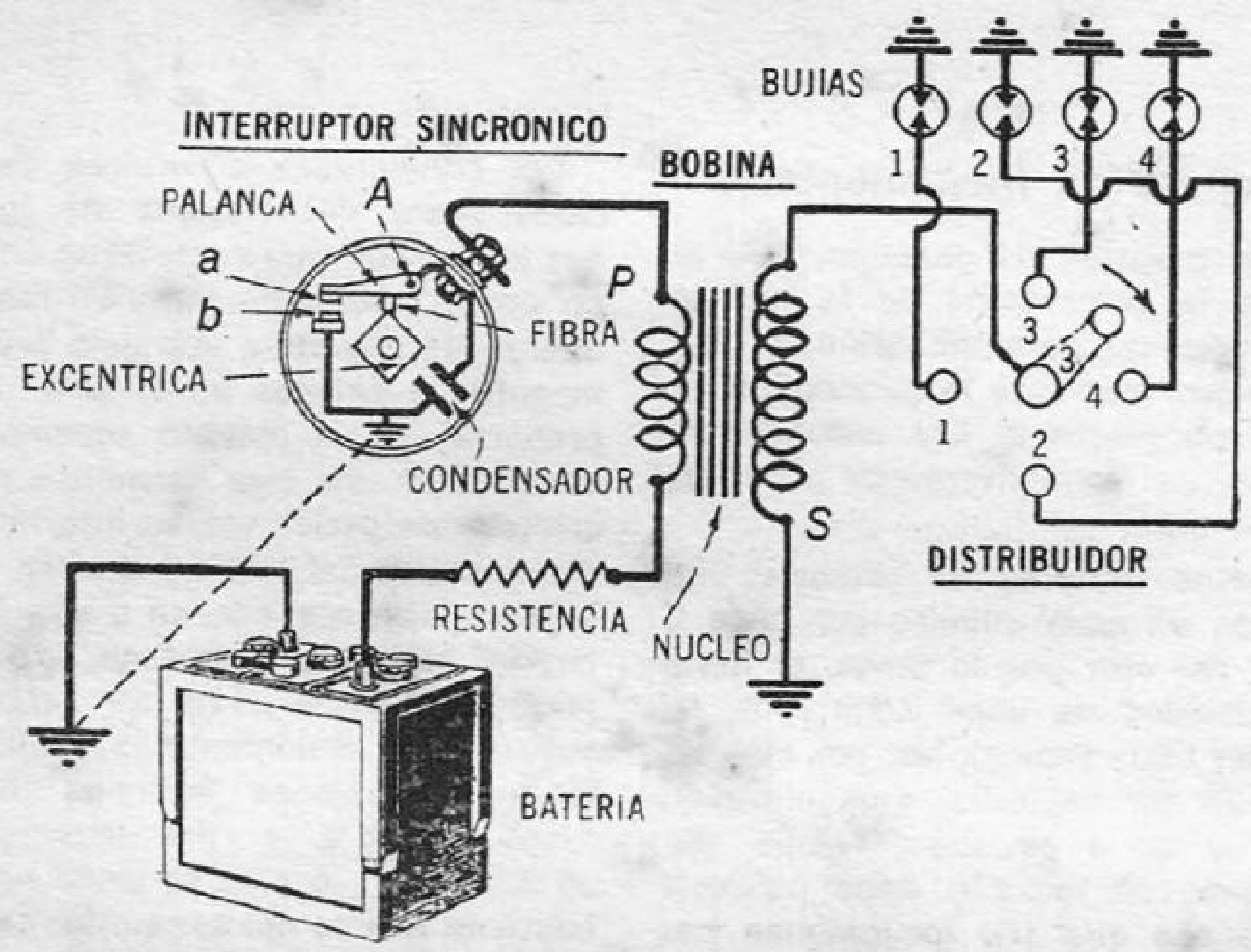


Fig. 53. Sistema de ignición de un motor de cuatro cilindros, con resistencia autorreguladora.

A continuación vamos a describir estos diversos órganos.

52. La bobina de inducción

Se compone de dos devanados, un núcleo de hierro y una resistencia. En ciertos modelos se dispone un explosor de seguridad, consistente en dos bornes separados unos 2 mm, que entra en acción si por cualquier circunstancia queda abierto el circuito distribuidor-bujía.

Devanados. El primario es el circuito que recibe la corriente de la batería

a través del interruptor y de la resistencia de protección. Está construido con alambre bastante grueso, debido a que la intensidad que circula por él es relativamente intensa. La figura 54 representa el aspecto de una bobina de inducción del tipo empleado en los autos; puede variar en detalles con otros modelos, pero lo esencial es comprender bien los principios fundamentales.

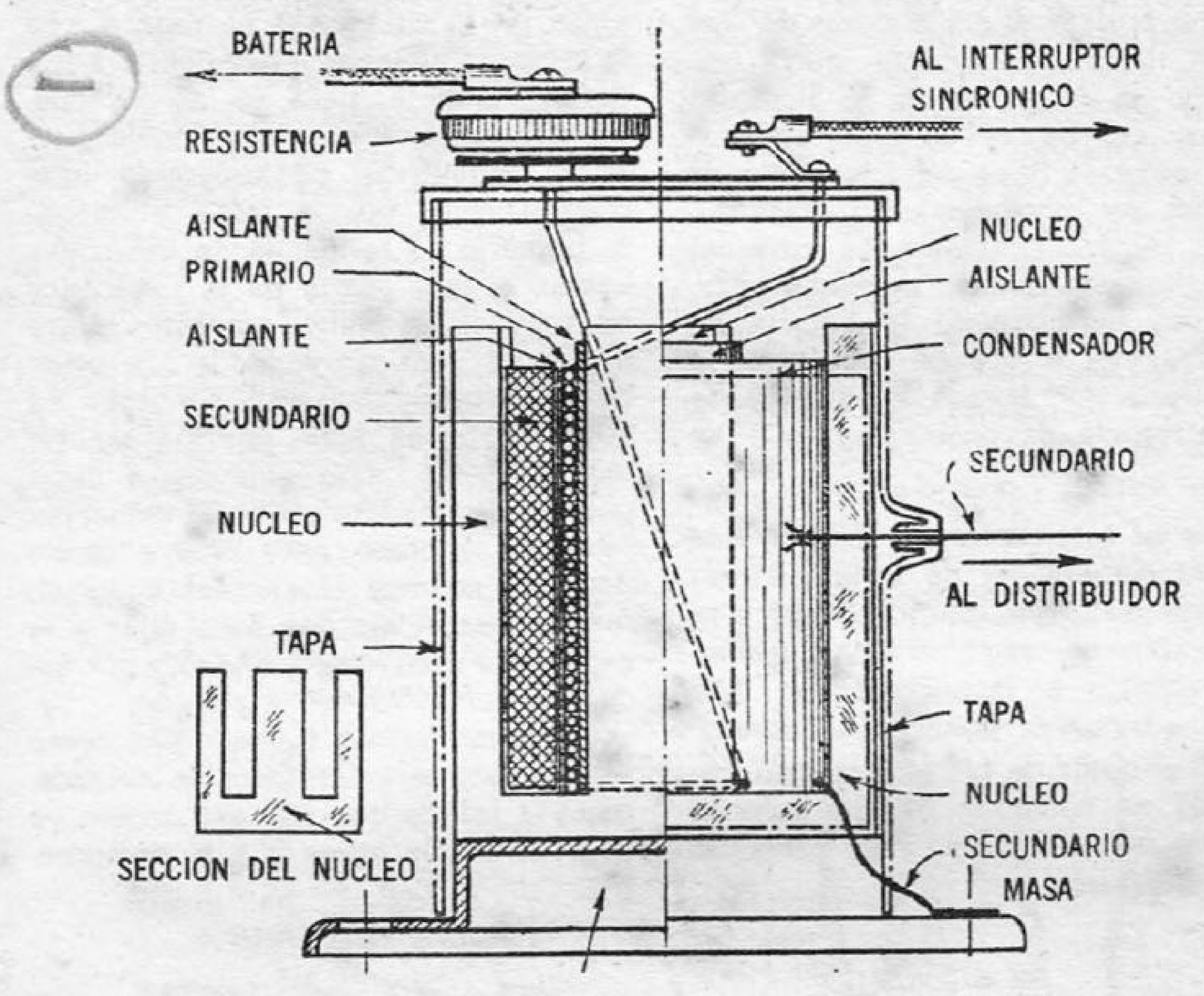


Fig. 54. Bobina de inducción empleada en los sistemas de ignición de los automóviles.

El núcleo afecta la forma de una E, estando el primario devanado sobre el brazo central, el que se recubre previamente con una capa de tela aceitada, amarilla, a fin de que los ángulos vivos no destruyan el aislamiento del alambre. El núcleo se construye con láminas de hierro de algunas décimas de milímetro de espesor; esto se hace para evitar las corrientes parásitas que se inducen en las masas metálicas cuando están sometidas a un campo magnético variable.

Sobre el devanado primario (que en muchas circunstancias sólo consta de una capa de espiras) se coloca una capa aislante capaz de resistir altas tensiones. Luego se devana el secundario encima del aislante mencionado.

El secundario consta de muchos miles de espiras de alambre de cobre, con esmalte por aislamiento de unas tres décimas de milímetro de diámetro debido a que por este devanado pasa poca intensidad de corriente.

Protector. La resistencia que figura en el circuito primario tiene dos finalidades: servir de autorregulación de la intensidad de este circuito y, además, de protector, es decir, un efecto similar al de un fusible. Esta resistencia está construida con alambre de cromoníquel, aleación que tiene la preciosa propiedad de variar su resistencia eléctrica en proporción a su aumento de temperatura, la cual, evidentemente, depende de la intensidad de la corriente que recorre; es decir que al aumentar la intensidad, como crece la temperatura, repercute

aumentando el valor de la resistencia eléctrica y, por ende, se provoca una disminución de la intensidad, o sea que se obtiene un efecto de autorregulación del valor de la corriente que pasa por el circuito primario; esto hace que las chispas sean uniformes.

Como protector, actúa como un verdadero fusible. En efecto, basta con observar el esquema de la figura 53 para ver que es probable, por un descuido, dejar la llave del encendido en posición de funcionamiento, estando unidos los dos contactos (a y b) del interruptor sincrónico; evidentemente, dejan en cortocircuito la batería de acumuladores a través del primario (que tiene poquísimas espiras) y de la resistencia de protección, que se funde.

Tipos de interruptores. Existen dos tipos fundamentales de interruptores: el denominado de circuito abierto y el de circuito cerrado. Ambos ofrecen sus ventajas e inconvenientes, que vamos a tratar de poner en evidencia.

El interruptor de circuito abierto (figura 55) se compone de una palanca apoyada en un eje bascular, teniendo en el otro extremo un tornillo de ajuste, cuya punta (a) puede apoyarse en otro contacto similar (b); entre ambos extremos hay una pieza de fibra endurecida que forma parte del equipo oscilante de la palanca. Esta pieza se apoya permanentemente en los lados de una excéntrica que tiene tantas caras como cilindros el motor; por lo tanto, como que la hemos representado en forma de un cuadrado, esto significa que el motor que estamos considerando tiene cuatro cilindros; evidentemente, si tuviese seis cilindros en línea, la excéntrica sería un hexágono.

Al girar la excéntrica sobre la cual se apoya constantemente la pieza de fibra, es evidente que bascula el conjunto de la palanca y el tope a. En la posición indicada en la figura, a y b hacen contacto, pero ya se ve que, por poco que se desplace angularmente la excéntrica, se separarán interrumpiéndose, por lo tanto, el circuito primario de la bobina de inducción. Luego, a cada vuelta de la excéntrica se producirán cuatro contactos entre a y b, lo cual corresponderá a otras tantas producciones de corriente de alta tensión, es decir, podrá alimentar cuatro bujías; esto equivale a decir que se producirán cuatro esfuerzos motores, y como esto ocurre dando dos revoluciones el eje del cigüeñal, resulta que el eje que hace girar a la excéntrica debe dar una vuelta por cada dos del motor de explosión.

Asimismo, si nos fijamos bien cómo se desplaza angularmente la palanca, que por ínfimo que sea ese ángulo ya se separan los topes a y b, comprendemos en seguida que el tiempo que permanecen en contacto es sumamente corto: es lo que indicamos en el diagrama de la derecha de la misma figura 55 con la denominación "corriente en el primario", dibujado en forma angular, debido a que la intensidad no alcanza instantáneamente todo su valor por el efecto del contravoltaje que origina la formación del campo magnético del núcleo. El espa-

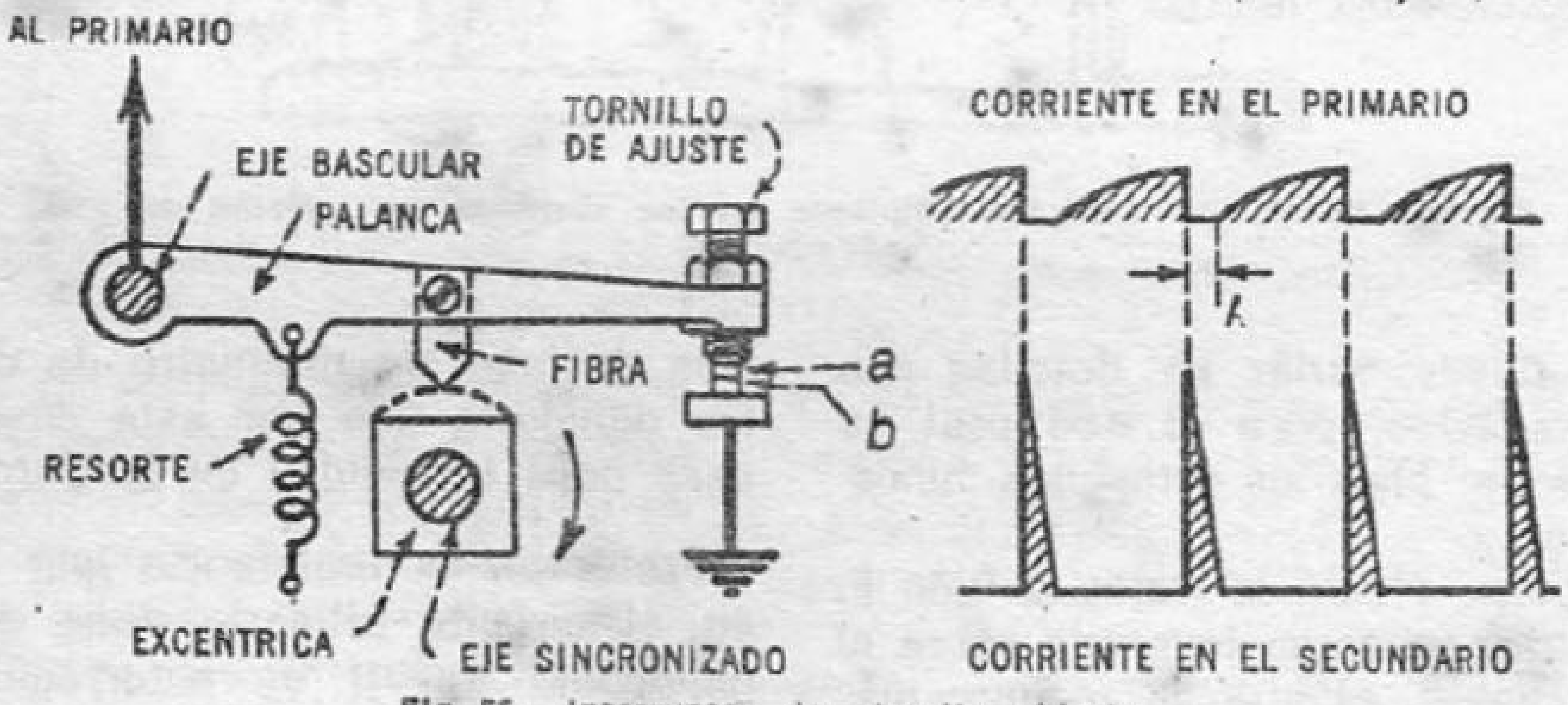


Fig. 55. Interruptor de circuito abierto.

cio A representa el tiempo que permanecen juntos los contactos a y b; los cuatro angulitos sombreados indican las pulsaciones que se producen a cada revolución de la excéntrica.

La corriente que se produce en el devanado secundario de la bobina elevadora de tensión merece un pequeño comentario: obsérvese que ésta se genera cuando cesa la corriente primaria, es decir, al disiparse el campo magnético. La corriente en el secundario la representamos en el mismo diagrama, viéndose ahora que alcanza rápidamente su valor máximo, para luego decrecer, hasta anularse.

El interruptor de circuito cerrado (figura 56) no difiere del anterior sino en la inversión de los tiempos de apertura y cierre del circuito primario. En efecto, basta con observar la figura

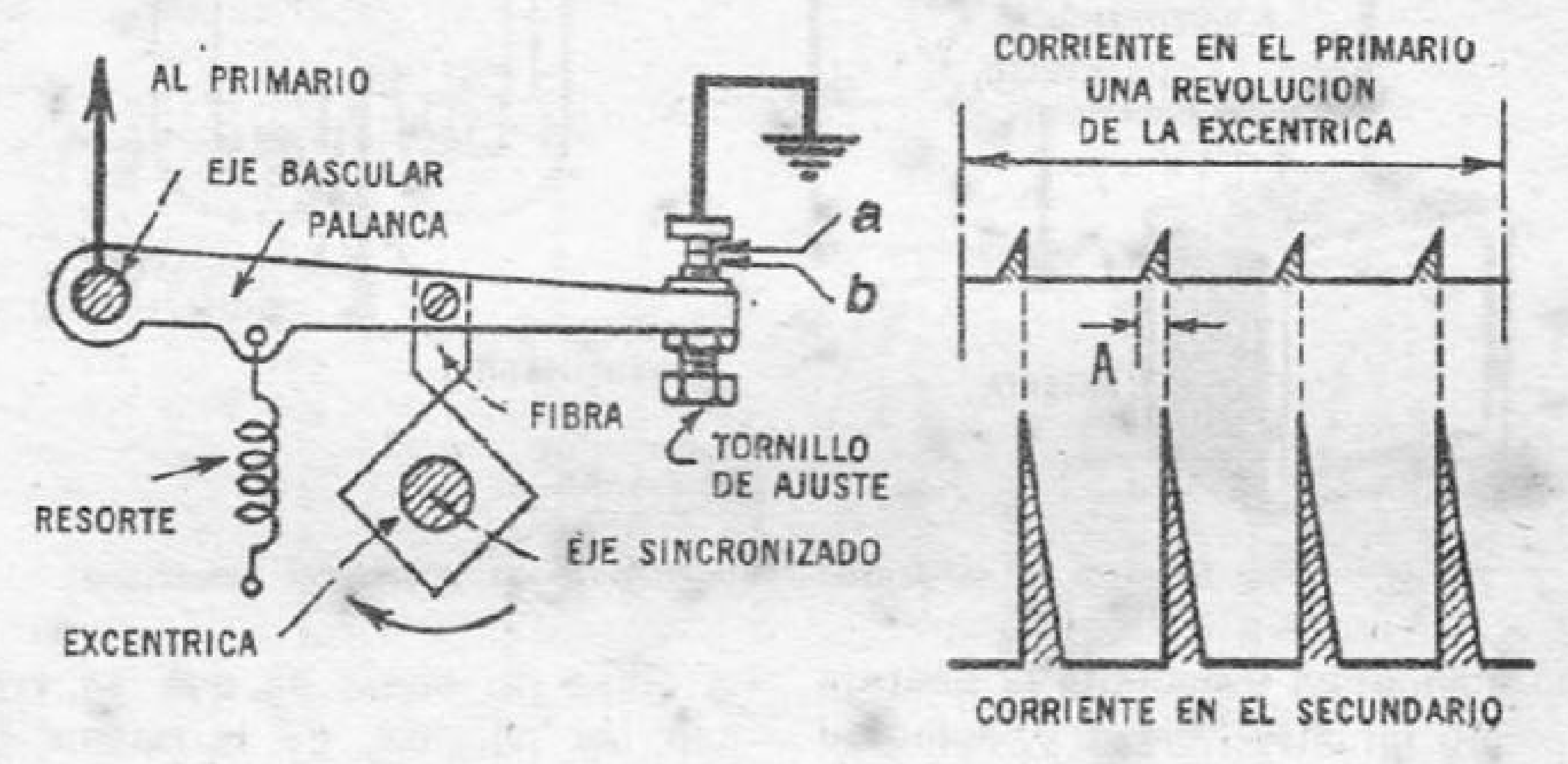


Fig. 56. Interruptor de circuito cerrado.

para ver que las piezas a y b permanecen en contacto la mayor parte del tiempo, separándose solamente en los momentos en que la excéntrica toca con sus vértices a la pieza de fibra. Este sistema es menos económico en consumo de corriente que la batería.

En el diagrama representado a la derecha indicamos los valores que adquieren las corrientes en los circuitos primario y secundario, siendo el espacio A el tiempo que dura la apertura del circuito primario, o sea, la separación de a y b.

Cabe ahora preguntarse: ¿cuál de los dos sistemas es preferible? La respuesta depende del uso y clase del motor; los motores lentos funcionan bien con un interruptor del tipo cerrado. Lo que caracteriza al interruptor del circuito cerrado es la uniformidad de las chispas que se producen en las bujías, siendo ello debido a que el tiempo de apertura del circuito primario es muy uniforme, pues representa solamente una pequeña fracción del que está cerrado; es evidente que el campo magnético se forma totalmente y la brusca apertura del primario, con la consecuente desaparición del campo magnético, hace que en el secundario, aparezca una corriente inducida que tiene siempre el mismo valor, es decir, que las bujías están alimentadas con una corriente de un valor muy uniforme.

La regulación del tornillo de ajuste tiene una importancia capital en el funcionamiento del motor, pues, según ya lo hemos demostrado anteriormente, la excéntrica da una revolución por cada dos del eje del motor, y, por lo tanto, un error de 1° en la excéntrica representa 2° en el eje motriz. Ahora bien, sabemos que la explosión debe producirse en un instante preciso, antes que el pistón alcance el punto más elevado de su carrera: es lo que se denomina el avance a la explosión. Este ángulo es de solamente algunos grados y debe ser muy exacto. Es más, dicho ángulo de avance debe poderse regular, pues es sabido que cuando se sube una pendiente y el motor empieza a picar, este efecto

desaparece haciendo variar el momento en que se produce la ignición de la mezcla.

53. El condensador

Este órgano está conectado entre los contactos del interruptor sincrónico, tal como se indica en los esquemas de las figuras 53 y 57. Su objeto fundamental es absorber la extracorriente que se produce al separarse los contactos a y b del circuito primario. Es evidente que, al desaparecer la corriente que lo produce, el campo magnético transmuta la energía que posee en electricidad y, como el circuito ya se ha interrumpido y no puede pasar la corriente, salta una chispa.

Pues bien, la misión del condensador es admitir esta abrupta corriente, evitando así la formación de la chispa, devolviendo luego, lentamente, la energía eléctrica que ha almacenado. El condensador se coloca en derivación con el interruptor, y su efecto es similar al que produce una membrana elástica, colocada también en derivación, con un grifo que deje pasar la corriente líquida de A hacia B (fig. 57); si se cierra abruptamente el paso del agua, se formará un golpe de ariete hidráulico, pero, gracias a la membrana elástica contenida en las cápsulas (1) y (2), ésta se destiende (absorbiendo la presión creada) y se evita el efecto nocivo del golpe de presión, similar a la extracorriente que se genera al interrumpir el circuito primario de la bobina.

Un condensador está formado por dos cuerpos metálicos separados entre sí por una cierta distancia, entre los cuales se coloca un aislador: aire, papel parafinado, ebonita, etcétera. Según esto, constituyen un condensador dos láminas separadas por un espacio.

La capacidad de un condensador, o sea, lo que podríamos denominar su volumen eléctrico, es independiente de la clase de metal de que se componen las láminas, de la misma forma que no tiene nada que ver el volumen de un depósito de agua con la clase de material de que está construido. La capacidad depende exclusivamente de las dimensiones geométricas del condensador, o sea, la superficie de sus láminas y la distancia que las separa (e), es decir que la capacidad es proporcional al volumen del espacio comprendido entre las láminas si hay interpuesto aire; si se coloca algún otro cuerpo aislante, que se denomina dieléctrico, entonces el efecto de capacidad se ha aumentado. A título informativo, diré que si en vez de aire se coloca papel parafinado, la capacidad del condensador se multiplica por 4 o por 5, según la clase de papel, parafina, etcétera.

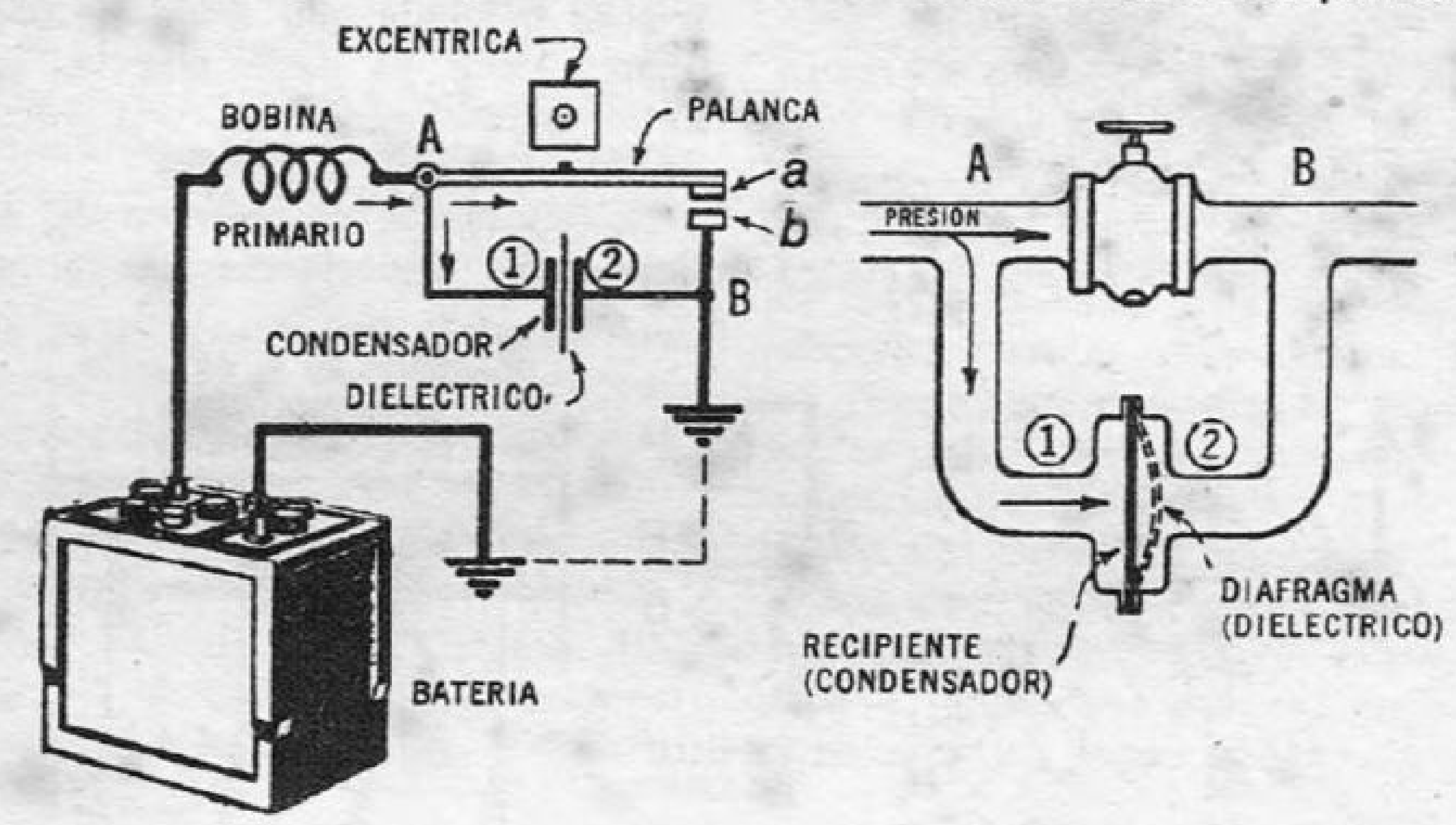


Fig. 57. Cómo funciona el condensador eléctrico en el interruptor sincrónico.

54. El distribuidor

Tiene por objeto enviar o distribuir la alta tensión a las bujías correspondientes en el preciso instante en que debe producirse la ignición de la mezcla comprimida en el cilindro.

El circuito del distribuidor está formado por el secundario de la bobina elevadora de voltaje, el distribuidor propiamente dicho y las bujías completándose el circuito de cada una de ellas por medio del retorno a masa, o sea, del armazón metálico del coche, tal como lo representamos en la figura 58.

correspondiente, produciéndose una chispa.

Ahora bien, como la tensión que pasa por el brazo del distribuidor es de 10 000 a 20 000 V, resulta que la continuidad de los contactos llega bien pronto a deteriorar las superficies. Esto ha dado motivo a que actualmente se construyan los distribuidores de tal forma que entre el extremo del brazo y los bornes quede un pequeño espacio, de algunas décimas de milímetro, el cual es salvado muy fácilmente por la tensión elevada de los varios millares de voltios; es lo que se denomina contacto indirecto que

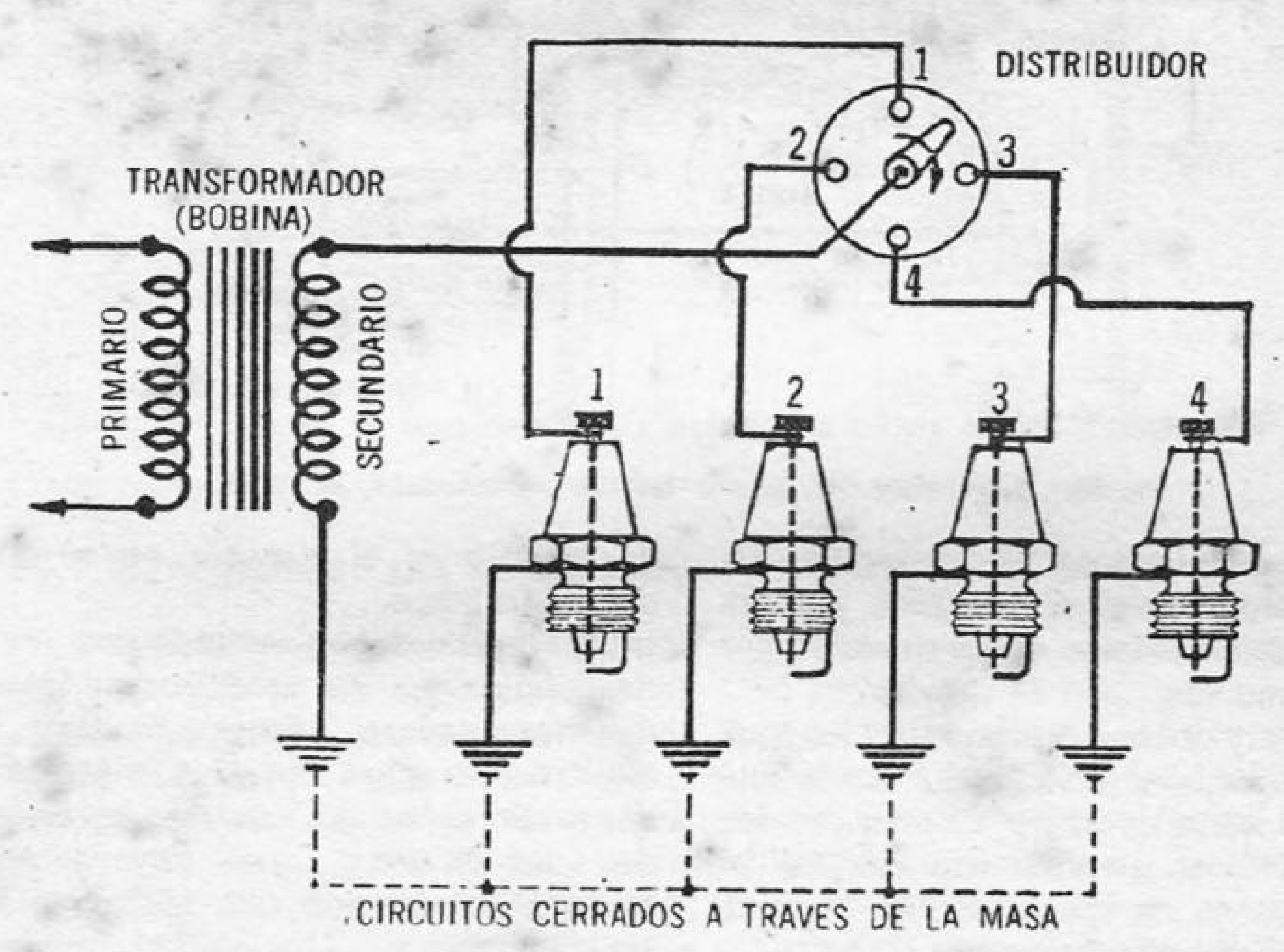


Fig. 58. Circuito distribuidor de la alta tensión de un motor de cuatro cilindros.

El distribuidor se compone de un brazo metálico que gira alrededor de un eje vertical; el extremo libre de este brazo pasa sobre unos contactos, cuyo número es igual al de bujías que tiene el motor; en el caso más corriente, de motores de cuatro cilindros, hay 4 contactos, tal como representamos en el esquema.

Cada vez que el extremo del brazo se pone en contacto con uno de los bornes, el circuito secundario de la bobina se cierra a través de la bujía

evita el desgaste de las superficies de contacto. La figura 59 representa el conjunto de un distribuidor, donde podemos apreciar claramente el brazo, los bornes y la estructura del armazón, que afecta una forma circular, con varios botones alargados y una especie de chimenea central; por este último conducto penetra el cable que conduce la corriente de alta tensión; por los botones salen los cables que unen cada borne del distribuidor con la bujía correspondiente. En esta fi-

gura podemos apreciar también el espacio que separa el extremo del brazo con los bornes; al ponerse en presencia, salta una chispa para salvar la distancia que los separa; esto ocurre en el preciso instante en que se abre y cierra el circuito primario por medio del interruptor sincrónico. Esta coincidencia de movimientos debe ser muy exacta, cosa que se ha conseguido fácilmente, pues el distribuidor y el interruptor sincrónico están movidos por un mismo eje.

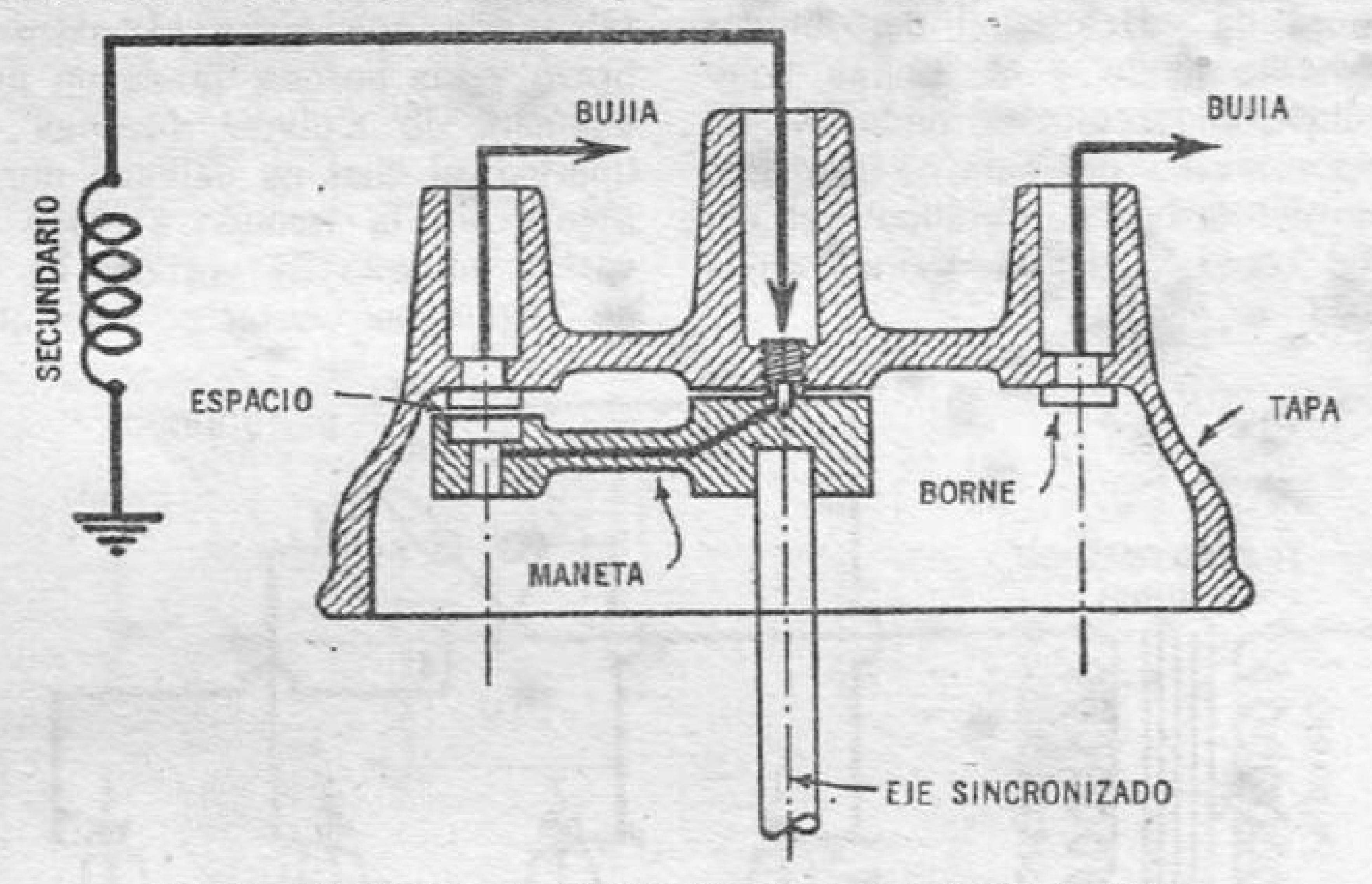


Fig. 59. Distribuidor de la alta tensión representado en corte.

Aún hay coches antiguos en los cuales el brazo del distribuidor de la alta tensión hace contacto directo con los bornes. Este sistema adolece del inconveniente de gastarse las superficies y producir chispeo.

55. La bujía

La generación de la temperatura necesaria para encender la mezcla comprimida en los cilindros es producida por un órgano denominado bujía.

Esencialmente, se compone de dos contactos, aislados entre sí y separados por un pequeño espacio, colocados en la cámara de compresión, es decir, en el seno de la mezcla comprimida. La figura 60 representa la forma exterior y en corte de una bujía, para ver la disposición de los diversos elementos que la componen: un cono de porcelana, por cuyo interior pasa una varilla metálica conductora de la energía eléctrica que ha de producir la chispa; un casquillo metálico, que va roscado en la culata del cilindro; y un tapón roscado, que sujeta el aislador de porcelana. El casquillo metálico lleva un pequeño apéndice, o electrodo, cuya distancia con la varilla constituye el espacio en el cual salta la chispa.

Las bujías deben cumplir una serie de condiciones de funcionamiento sumamente severas. En primer lugar, el aislamiento entre los dos electrodos debe ser capaz de soportar tensiones de unos 30 000 V, pues hay motores de alta compresión que aplican a las bujías 20 000 V.

Por otra parte, la temperatura reinante en la cámara de compresión al producirse la combustión de la mezcla es del orden de unos 1 500 °C y las puntas de los electrodos deben resistirla con la brusca variación a la temperatura de aire de 20 a 40° C, mientras dura el período de admisión. Se exige que no sufra alteración sensible la distancia entre los dos electrodos, pues una muy pequeña variación hace que cambie totalmente la ignición.

Otro motivo de alteración es la de las fuertes presiones que se producen en el recinto donde está colocada la bujía: unos 25 kg por centímetro cua-

drado en los motores usuales y unas 35 atmósferas en los de más fuerte compresión.

Todo esto hace que la bujía sea un órgano que debe tratarse muy cuidadosamente por la enorme importancia que tiene en los motores de explosión. Funciona a 3 000 rpm, o sea, 50 por segundo, ahora sí que interviene, en forma apreciable, el cortísimo tiempo que tarda en propagarse la combustión total de la mezcla comprimida en el fondo del cilindro. En efecto, un simple cálculo nos demuestra que si se producen

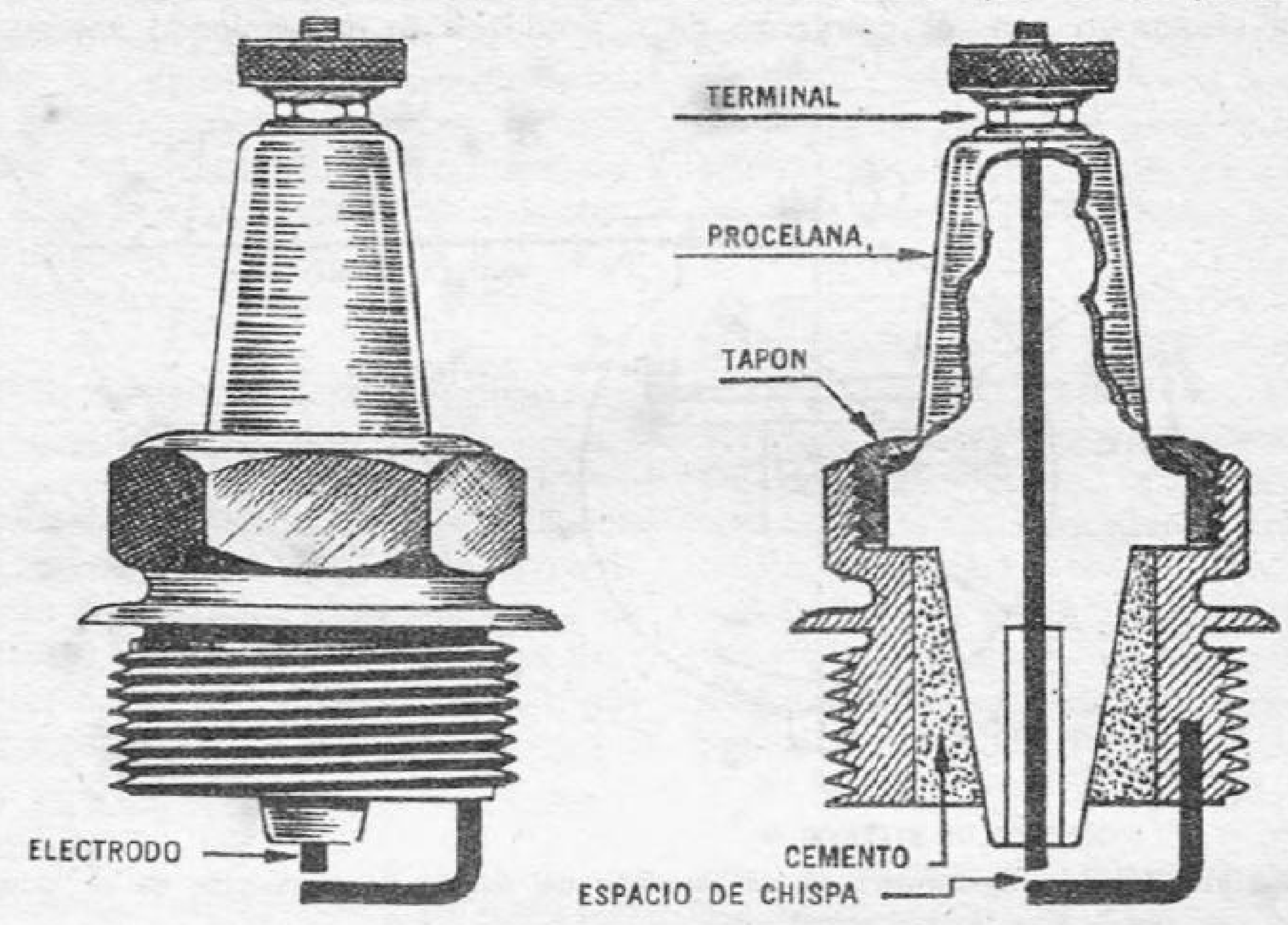


Fig. 60. Vista de una bujía en elevación y en corte.

56. El regulador de la chispa

La marcha del motor de explosión requiere que el instante en que se produce la chispa pueda regularse de forma que ésta pueda ocurrir en el preciso instante en que el cigüeñal está justamente en el punto más elevado; o bien en un determinado ángulo antes de alcanzar este punto; es lo que se denomina el ángulo de avance de la ignición.

Es evidente que cuando el motor marcha muy lentamente la explosión puede producirse en el instante en que el pistón se encuentra en su punto culminante, pues si la combustión de la mezcla se efectúa, por ejemplo, en un milésimo de segundo, durante esta cortísima fracción de tiempo el pistón casi no se ha desplazado hacia abajo; por consiguiente, éste recogerá todo el esfuerzo motriz de la explosión de los gases. En cambio, si consideramos un motor cuando funcio-

50 rps, durante la mitad de este tiempo el pistón se desplaza desde el punto más elevado de su carrera hasta el más bajo, lo cual equivale a decir que el cigüeñal ha dado media vuelta, o sea, 180°. Por otra parte, si admitimos que la combustión de la mezcla requiere un milésimo de segundo, o sea, la décima parte de un centésimo, es bien evidente que durante este tiempo el cigüeñal recorrerá la décima parte de 180°, o sea, 18°. Es decir que si el proceso de la combustión completa se efectúa durante un tiempo en el cual se desplaza el cigüeñal un ángulo de 18°, es evidente que si queremos que el final de la combustión de la mezcla coincida con el instante en que el pistón se encuentre en el punto más elevado de su carrera, la explosión, o comienzo de la combustión, debe ocurrir cuando el cigüeñal se encuentra a 18° antes de alcanzar el punto culminante superior; este ángulo es lo que se denomina ángulo de

avance de la explosión, que, evidentemente, depende de la velocidad del motor; por lo tanto, debe poderse variar según sea ésta.

Y bien, veamos lo que ocasiona la primera causa de nuestro problema: ¿qué es lo que provoca la producción de la chispa, o sea, el comienzo de la combustión de la mezcla? La respuesta es inmediata: el instante de apertura o cierre (según el sistema) de los contactos del interruptor sincrónico, según se ve claramente observando los diagramas de las corrientes representadas a la derecha de las figuras 55 y 56. Por lo tanto, si adelantamos un determinado ángulo el instante de ruptura de los contactos a y b del interruptor, se adelantará el mismo ángulo, o su equivalente, el tiempo de la producción de la chispa en la correspondiente bujía. Resumiendo, y dicho en otras palabras: si desplazamos angularmente el grupo del interruptor sincrónico (fig. 61) de forma que la ruptura del circuito primario produzca un determinado ángulo antes que el que corresponda al estar el pistón en el punto más elevado de su carrera, como en aquel preciso momento se generará la chispa en la bujía de ese cilindro, habremos conseguido producir la explosión con el avance angular deseado.

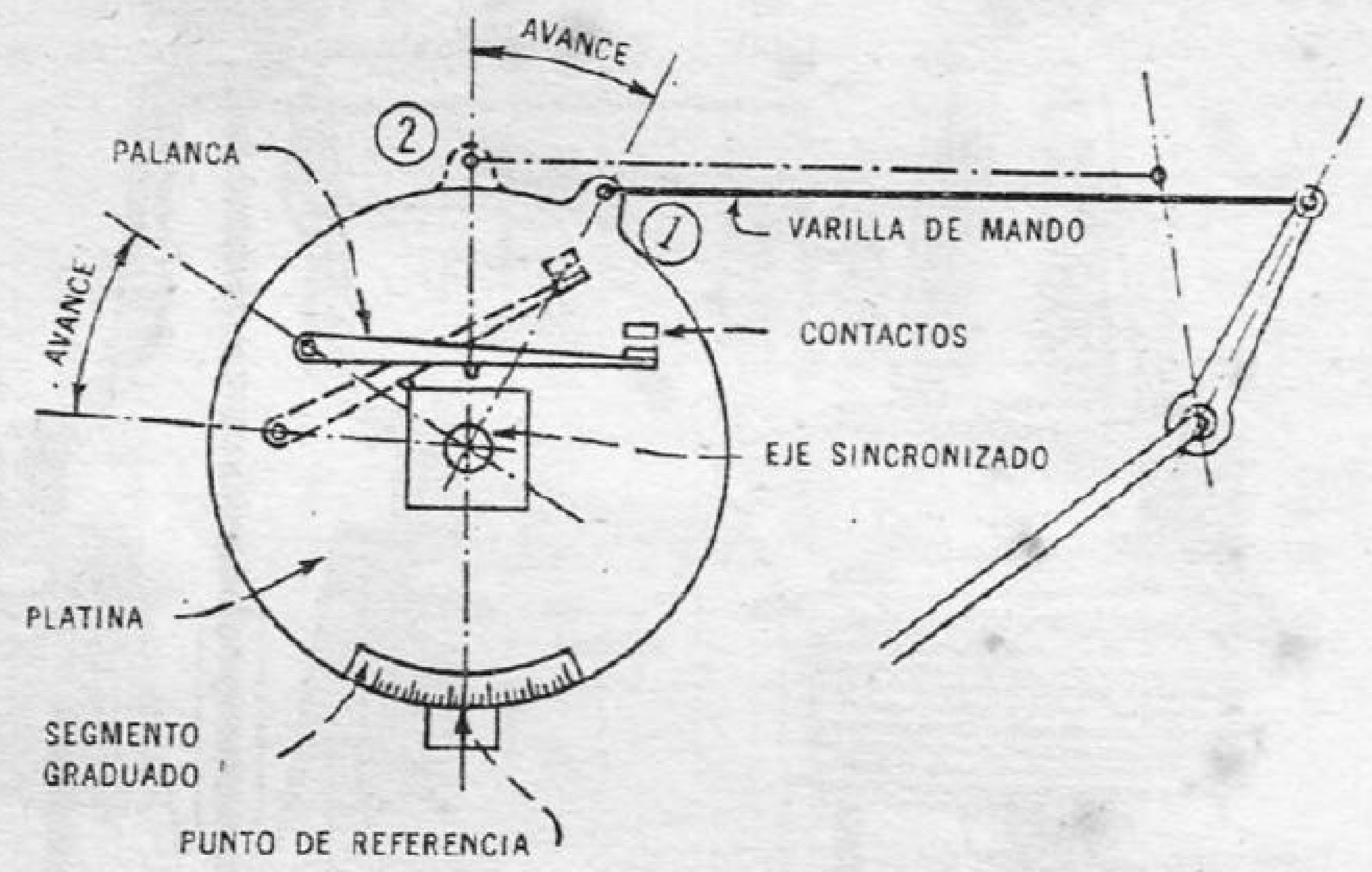


Fig. 61. Principio fundamental de la variación del ángulo de producción de la chispa.

En la tabla 2 indicamos los grados del ángulo de avance que recomienda la Asociación de Ingenieros de Automóviles, de los Estados Unidos.

Tabla 2

GRADOS DE AVANCE DE LA IGNICION

Grados de avance a la explosión	Revoluciones por minuto del eje del motor
Entre 0° y 2°	500
1° y 4°	800
4° y 7°	1 200
7° y 11°	1 600
9° y 13°	2 000
11° y 15°	2 400
12° y 17°	2 800
14° y 19°	3 200
16° y 22°	3 600

Observe esta tabla y vea que las 3 000 rpm corresponden a un ángulo de avance de unos 18°, contados sobre el eje del motor, lo cual confirma las explicaciones anteriores.

En fin, recuerde que la excéntrica del interruptor sincrónico gira a una velocidad angular igual a la mitad que el eje del motor y, por consiguiente, los ángulos contados sobre el cuadrante del interruptor sincrónico deben estar graduados de forma que cada medio grado corresponda a un grado del eje motriz, o sea, del cigüeñal.

57. Sistemas de regulación del encendido

El punto de ataque del problema es el desplazamiento angular de la platina que tiene montada la palanca y el contacto fijo del interruptor sincrónico; veamos de cuántas formas se gobierna este desplazamiento:

a) Sistema de control puramente manual;

b) Método automático, accionado por fuerza centrífuga;

c) Mando automático, por la acción del vacío.

volante de dirección del coche. Este disco puede desplazarse angularmente y su movimiento se comunica, mediante una variable que llega hasta el extremo inferior del eje de dirección, a la platina del interruptor sincrónico, sobre la cual están montadas la palanca y el contacto fijo. El movimiento angular es convertido en lineal mediante un juego de pequeñas palanquitas que transmiten el desplazamiento a la platina del interruptor, tal como lo representa la figura 62.

Supongamos que el interruptor sincrónico está en la posición indicada en la figura con trazo lleno. En este instante, la excéntrica no toca a la pieza de ebonita y, por lo tanto, el circuito primario está abierto: ninguna chispa se produce.

Supongamos ahora que se desea un avance del encendido. Para ello se desplaza el botón en el correspondiente ángulo; esto produce el desplazamiento de la platina del interruptor sincrónico desde la posición 1 a la posición 2, gracias a lo cual la palanca y los contactos a y b (que en la posición 1 están representados con línea llena) pasan a la posición 2 (donde están dibujados con línea de puntos),

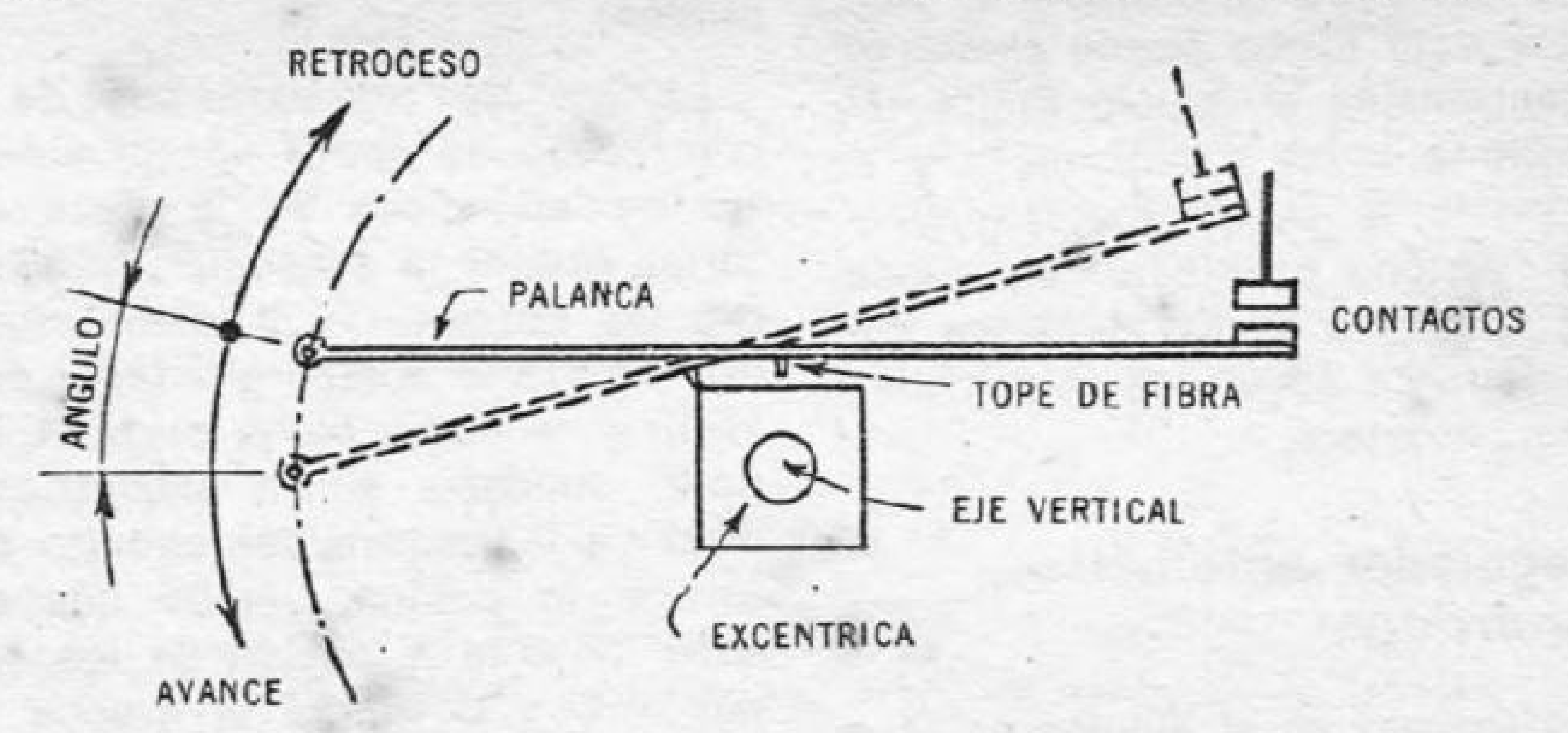


Fig. 62. Regulador manual de la variación del ángulo de la ignición.

58. Sistema de regulación manual

Es el más antiguo de todos los procedimientos de regulación de la chispa. Se lo encuentra en coches antiguos y modernos; se halla situado en el tablero de mando, o bien combinado con una especie de disco en el centro del

en la que se produce la apertura de los contactos; esto origina la inducción de corriente en el secundario y se produce la chispa en la bujía que en aquel instante cierre el circuito del brazo del distribuidor.

De las explicaciones anteriores resulta que la producción del encendido se ha adelantado gracias al desplaza-

miento del equipo del interruptor sincrónico. En consecuencia, entre las posiciones límites que permiten el desplazamiento angular de la platina se puede situar el mando de avance a la ignición, guiándose por la tabla anterior.

Para comprender mejor cuanto acabo de explicar puede considerar que el motor está parado y, por lo tanto, que el eje sincronizado (que es el mismo que acciona el brazo del distribuidor) está quieto, en la posición representada en la figura; si en estas condiciones se mueve el botón que gobierna el mecanismo de avance, comprobará palpablemente cómo actúa este sistema es decir, en la forma que se cierran y abren los contactos a y b según sea el ángulo de avance.

Desde luego, recuerde que el ángulo de avance es la mitad del correspondiente al eje del motor; por esto, los grados que señala el segmento graduado son, en realidad, medios grados.

El segmento forma parte de la platina y se mueve con ella en sus desplazamientos angulares; en cambio, el punto de referencia está fijo, adherido a la caja que sirve de armazón al conjunto. De esta forma puede ajustarse convenientemente el ángulo límite correspondiente a las posiciones 1 y 2, con respecto al punto muerto superior del pistón; asimismo, se puede estudiar el efecto de los distintos ángulos de avance según las velocidades del motor, etcétera.

59. Regulador automático, centrífugo

El fundamento es el siguiente: 1) a medida que aumenta el número de revoluciones del motor, es necesario aumentar el ángulo de avance del encendido; 2) la fuerza centrífuga de un cuerpo situado a cierta distancia de un eje, aumenta a medida que crece su velocidad angular. Veamos cómo pueden acoplarse ambos fenómenos para que resulte una autorregulación compensadora de los mismos.

Consideremos la figura 63, donde le presentamos una vista esquemática del conjunto del interruptor y distribuidor, vistos en elevación; puede verse la excéntrica, formando parte de la cual, en su parte inferior, hay una pieza A que termina en dos apéndices que hemos marcado con los números 1 y 2 en la vista de planta.

Ahora retenga bien los siguientes detalles constructivos:

a) La excéntrica, junto con la pieza A, utiliza el eje vertical sólo como apoyo, pero no es arrastrada por él, es decir que este grupo de dos piezas puede girar libremente alrededor de dicho eje;

b) La platina B es solidaria del eje vertical, o sea que gira con dicho eje;

c) Los contrapesos C y D descansan sobre la platina B, siendo por lo tanto arrastrados por ella en su movimiento de rotación, junto con el eje vertical;

d) Los contrapesos C y D pueden oscilar alrededor de los pernos de giro que los sostienen sobre la platina B, de manera que se pueden desplazar angularmente alrededor de estos puntos;

e) Uno de los extremos de cada contrapeso se apoya ligeramente contra los apéndices de la pieza A, de forma que si la presionan, según indican las flechas 1 y 2, dicha pieza girará un cierto ángulo alrededor del eje vertical, y como dicha pieza A forma parte solidaria de la excéntrica que produce la ruptura del circuito primario de la bobina, vemos que desde este instante la acción de los contrapesos C y D afecta el avance de la producción de la chispa;

f) El brazo del distribuidor es solidario al eje vertical, es decir que giran juntos, independientemente de la excéntrica, aunque sólo dentro de los límites de un pequeño ángulo de decalaje, desde el momento en que la platina, que gira con el eje vertical, arrastra con ella la excéntrica y los contrapesos C y D.

Observe bien la figura 63, interprete las explicaciones anteriores y vea la relación de los diversos movimientos enumerados; una vez bien comprendido, veamos cómo funciona el conjunto de todo este mecanismo.

Supongamos ahora que la velocidad del motor va aumentando; como el eje vertical es movido por el eje motriz, es evidente que va girando a velocidades crecientes. A medida que esto sucede, los contrapesos C y D (que

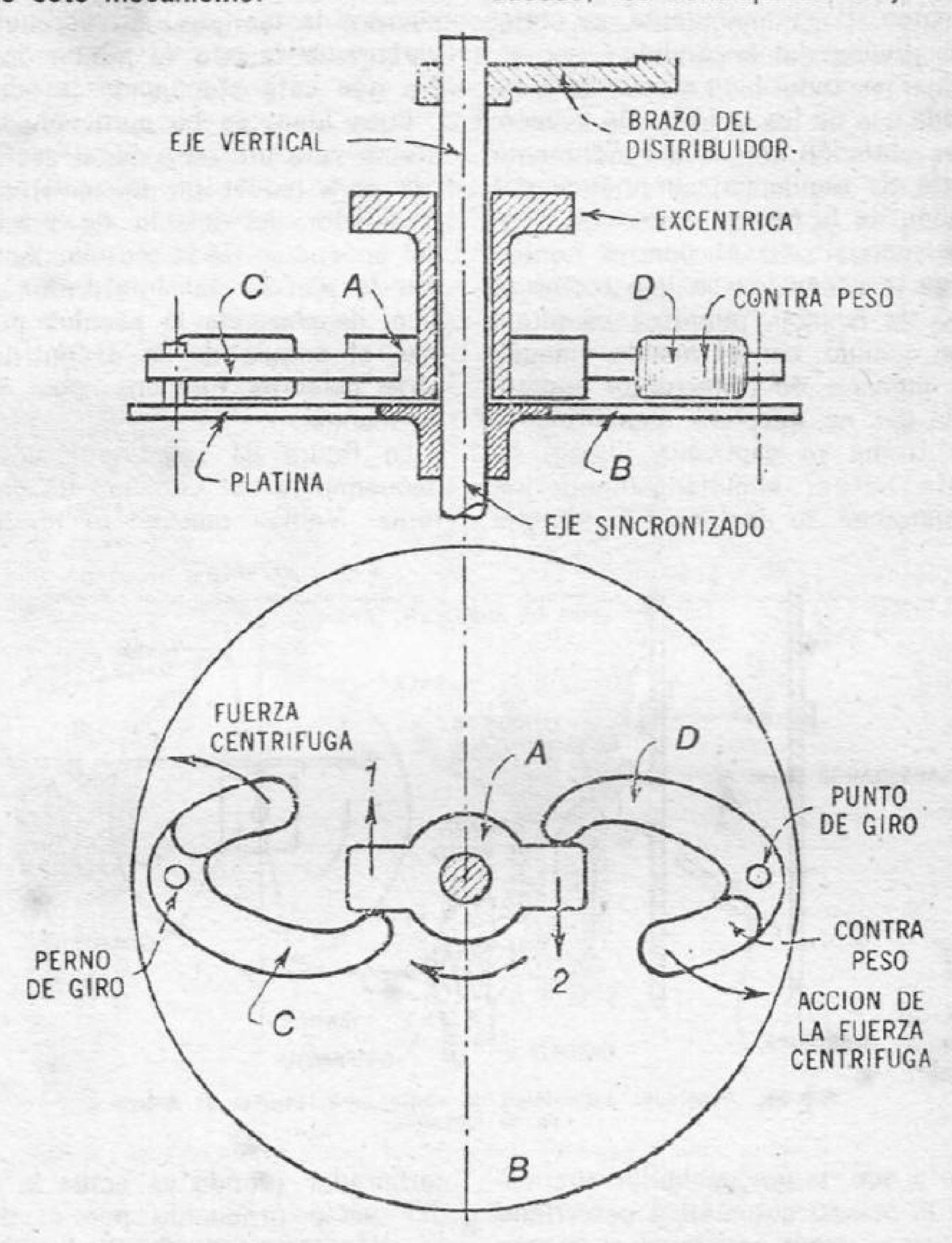


Fig. 63. Regulador centrífugo del ángulo de avance de la ignición.

Si el motor está parado, las piezas C y D se apoyan ligeramente contra los apéndices 1 y 2 de la pieza A, y la excéntrica del interruptor sincrónico no sufre ningún desplazamiento angular, o sea que funciona como si el regulador centrífugo que estamos considerando no existiese. La misma explicación es también válida cuando el motor funciona a muy poca velocidad.

pueden oscilar alrededor de pernos de giro) se van desplazando debido al efecto de la fuerza centrífuga que actúa en sus masas; el efecto que esto produce es que la pieza A se desplace un determinado ángulo en el sentido indicado por la flecha, arrastrando en este movimiento a la excéntrica, ya que ambas piezas están unidas. Como esto sucede mientras el conjunto va

girando (por estar montado sobre la platina B), resulta que el efecto final de todo ello es que la excéntrica gira con un cierto avance angular, lo cual produce que la palanca del interruptor automático (que está fija) sea levantada antes. Por consiguiente, se obtiene un avance del encendido.

Es preciso tener bien en cuenta la independencia de los mandos de avance, que se obtienen con el procedimiento descrito de regulación automática por la acción de la fuerza centrífuga, y el mando manual. En el control centrífugo es la excéntrica la que recibe el ángulo de avance, mientras va girando; en cambio, con el mando manual, es la palanca del interruptor sincrónico la que se desplaza angularmente en la forma ya explicada; luego, es posible actuar simultáneamente los dos sistemas, lo cual es una ventaja debido a que, si por cualquier circunstancia el mando automático centrífugo no actuase, puede regularse el avance de la ignición con el comando manual.

60. Mando automático, a vacío

Otra solución de regular automáticamente el punto de producción de la chispa es el vacío que producen los pistones con el fondo del cilindro en los momentos de producirse la admisión. Es esta depresión la que ocasiona la entrada del aire a través del carburador, volatilizando a su paso partículas del combustible líquido, con lo cual se forma la mezcla explosiva. Evidentemente, este vacío existe desde la cámara de mezcla (donde se encuentra la mariposa en el cuello del carburador) hasta el pistón del cilindro que está efectuando la admisión.

Pues bien, se ha aprovechado este efecto para utilizarlo como acción motriz para mover un mecanismo autorregulador del ángulo de producción del encendido de la mezcla. Actúa sobre la platina del interruptor sincrónico, desplazando la palanca para variar el ángulo de la excéntrica. En otras palabras, funciona como el mando manual.

La figura 64 representa una vista esquemática del conjunto de este sistema. Vemos que en el recinto del carburador (donde ya actúa la acción del vacío producido por el descenso del pistón en el cilindro del motor) hay un conducto de vacío que comunica el carburador con el regulador. Este se compone de una cámara de vacío que termina con un tabique formado por un diafragma metálico, que por su parte exterior recibe la presión atmosférica y por la interior sufre la succión por el efecto de vacío antes descrito; además, actúa sobre este diafragma un resorte que tiende a desplazarlo hacia el exterior.

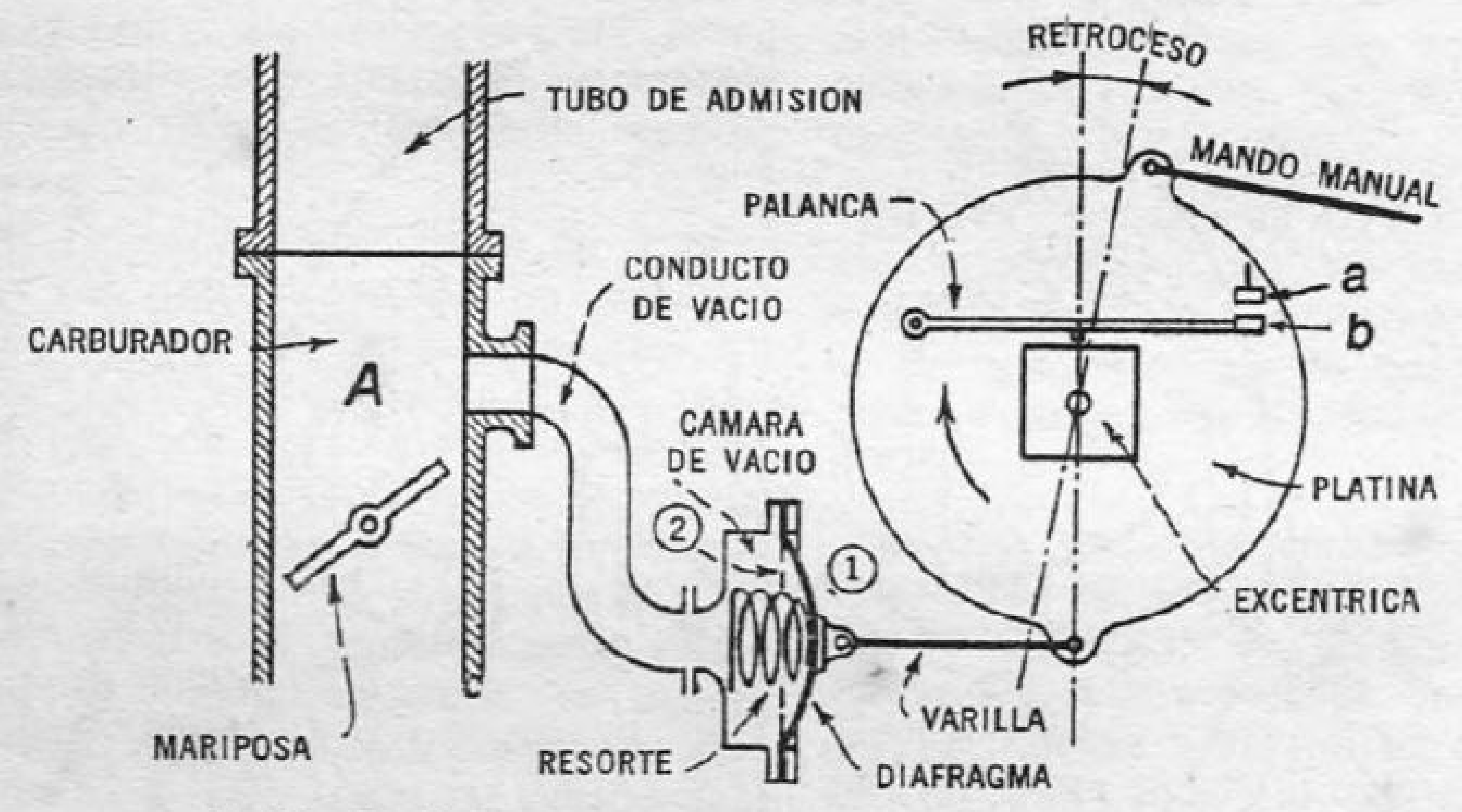
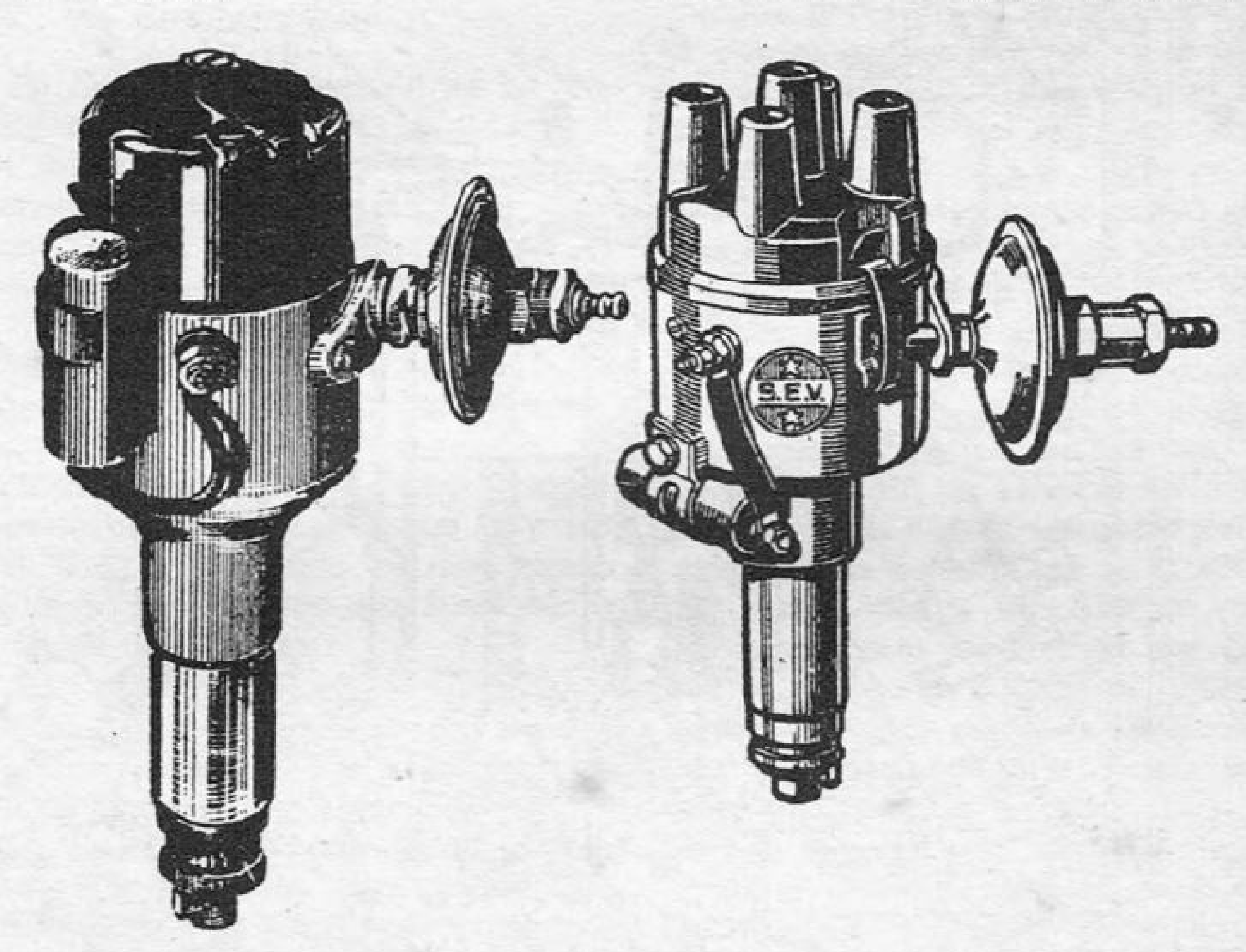


Fig. 64. Regulador automático de vacío para retrasar el ángulo de la ignición.

En condiciones normales, el diafragma está en la posición 1, o sea, hacia afuera, impulsado por la acción del resorte. Ahora bien, solidariamente con el diafragma se encuentra una varilla que lo une con la platina del interruptor sincrónico; en tales condiciones, la posición de la palanca y la de los contactos a y b son las que representa la figura por medio de una línea llena, arqueada, que representa el diafragma. Las figuras 65 y 66 representan el aspecto exterior de unidades de ignición completas, con el regulador automático de vacío colocado a la derecha.

mite la marcha del coche, teniendo medio cerrado el acelerador. De esta manera, en el recinto A hay un grado de vacío bastante considerable, que tiene una acción directa sobre el diafragma del regulador de vacío, succionándola y, por lo tanto, tira la varilla que lo une con la platina, cuyo efecto es retrasar el ángulo de avance de la ignición.

El conductor inteligente que sabe cómo funciona este sistema de autorregulación, mantiene apretado el pedal del acelerador hasta que se ha subido la pendiente, dejando al regulador de vacío la misión de graduarse él mismo



Figs. 65 y 66. Regulador automático de vacío acoplado al distribuidor.

Supongamos ahora que el coche sube una pendiente, etcétera, que lo obliga a marchar más lentamente; en tales circunstancias debe retrasarse el ángulo de avance de la ignición en forma automática; es entonces que interviene el regulador de vacío. En efecto, lo que hace el conductor no experimentado es apretar a fondo el pedal del acelerador, con lo que sólo consigue ahogar la marcha del motor. Lo que debe hacerse en tales circunstancias es dar algo de gas, sólo el que ad-

el encendido. Pasado el trayecto difícil, aunque se siga manteniendo la misma posición del pedal del acelerador, se observará que el coche aumenta su velocidad hasta llegar a cierto punto, pasado el cual vuelve nuevamente a adquirir una marcha uniforme. Esto es debido a que, cuando el coche va a poca velocidad, el regulador centrífugo tiene una influencia casi nula, siendo entonces máximo el efecto del regulador de vacío; en cambio, a medida que la marcha aumenta, la

regulación centrífuga es preponderante y casi nula la de vacío, es decir que donde una deja de actuar, la otra entra en funciones, de tal forma combinadas y graduadas que el ángulo de avance de la ignición se realiza en su punto exacto en todas las condiciones de marcha del automóvil, desde las más lentas y difíciles (regulador de vacío) hasta cuando el coche va a toda velocidad por un camino llano y bien pavimentado (regulador centrífugo).

Luego, los tres sistemas de control que hemos descrito pueden considerarse en la siguiente forma:

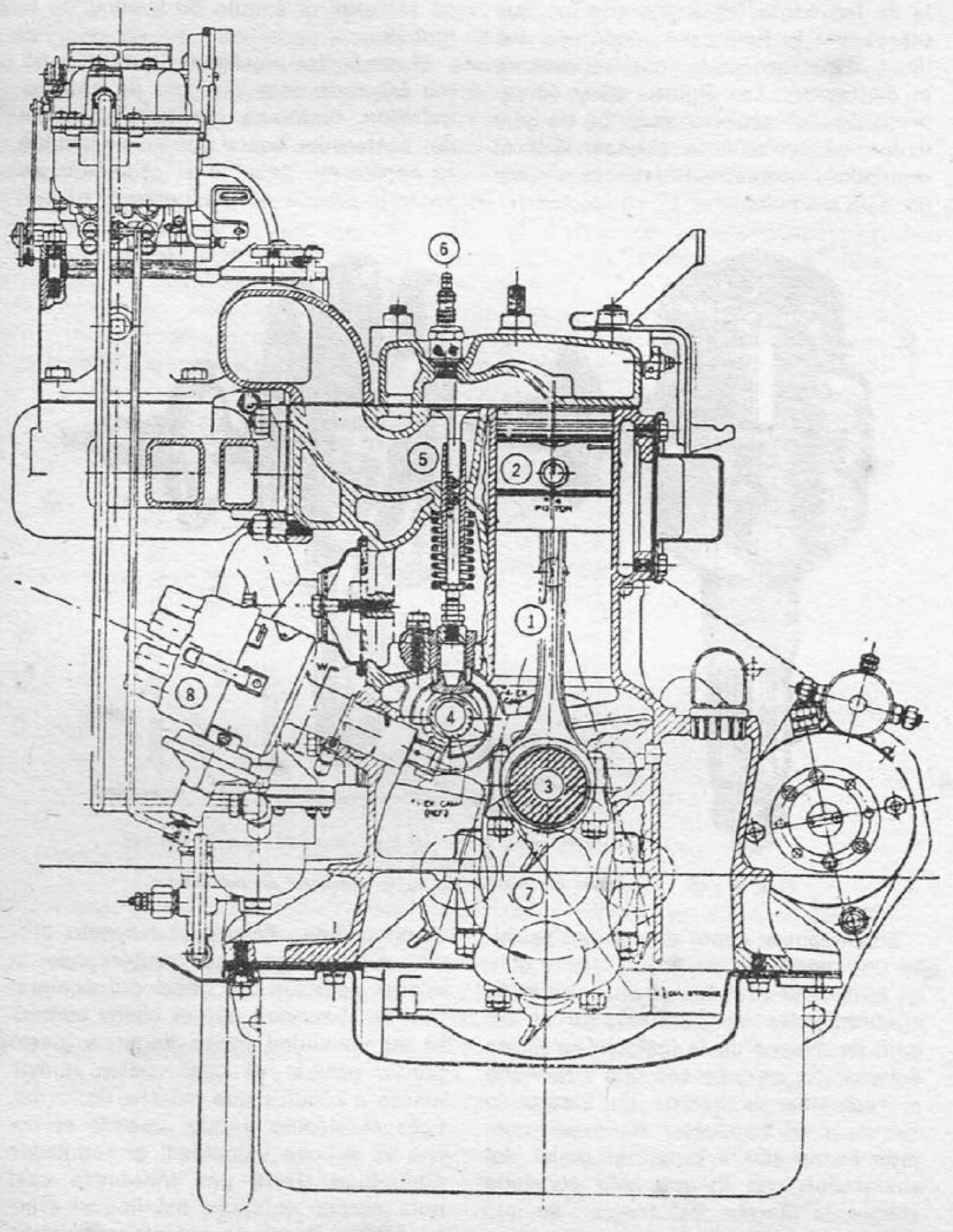


Fig. 67. Corte del motor Hudson de 6 cilindros, viéndose cómo el eje de las excéntricas (4), movido por el eje del cigüeñal, acciona el mecanismo giratorio del sistema de ignición (8).

a) El mando manual sirve, indistintamente, para adelantar y atrasar la chispa a voluntad y criterio del conductor;

b) El sistema de regulación centrífuga actúa en las marchas rápidas, cuando es necesario adelantar la chispa;

c) El mando a vacío funciona en los momentos de trabajo pesado del motor y en las circunstancias en que se requiere un retardo de la producción de la chispa.

61. Compensador de combustible

En los coches modernos se ha tratado de afinar aún más la exactitud de la producción de la chispa considerando el tiempo que tarda la combustión total de la mezcla desde el instante que se produce su ignición.

En efecto, hay combustibles de distintos grados de pureza, lo cual hace que el tiempo requerido para su combustión varíe en una fracción de milésimas de segundo, tiempo insignificante para el concepto que tenemos del tiempo, pero que es muy importante en los motores que funcionan a grandes velocidades.

Este sistema de control actúa en el mecanismo de interrupción del circuito primario, atrasándolo. Consiste en un índice que se desplaza sobre una escala graduada, indicando los grados de avance o retroceso con respecto de un punto que se admite corresponde a un combustible que podríamos llamar "combustible tipo". Si obtenemos nafta de alta calidad, lo que se denomina de alta graduación octánica, es preciso desplazar el índice a la correspondiente graduación de avance, fijando luego los tornillos de retención; en cambio, si la calidad del combustible es de baja graduación, entonces deberemos colocar el índice señalando el grado de retardo que le corresponda.

62. Conjunto de la unidad de ignición

Resumiendo las explicaciones anteriores, resulta que esta unidad se compone de tres mecanismos movidos por un mismo eje: a) el interruptor del circuito primario; b) el distribuidor de la corriente de alta tensión; c) el regulador centrífugo. Cabe también mencionar la adición del regulador de vacío y el mando manual, pero, en realidad, ambos mecanismos están situados en el exterior de la unidad de ignición propiamente dicha.

Generalmente, el eje del sistema de ignición está mecánicamente acoplado con el eje de la bomba de aceite, o bien con el de las excéntricas, que abren y cierran las válvulas del motor; esto significa que la velocidad del eje sincronizado es la mitad de la del eje del motor. En la figura 67 se representa un corte transversal del grupo motor Hudson de 6 cilindros, viéndose bien claramente el eje de las excéntricas (4) que hace girar, mediante un vis-sin-fin, todo el conjunto de la unidad de ignición.

En la novena parte de esta obra se describe la ignición transistorizada y la aplicación de los diodos y transistores en el sistema de ignición de los automóviles modernos.

Capítulo IX

AJUSTE DEL SISTEMA DE IGNICION

63. Principio fundamental

En los motores de explosión, el ajuste para que la ignición se produzca en el momento exacto tiene una importancia fundamental en el funcionamiento del motor.

Recordemos lo que sucede. Una vez que la mezcla se comprime en cada cilindro, en el momento preciso (que depende de la velocidad del motor) debe producirse la chispa que provoque la combustión.

Ahora bien, para que se genere la chispa deben ocurrir los siguientes acontecimientos:

a) Que se produzca una apertura del circuito primario de la bobina elevadora de tensión; esto debe suceder en el preciso instante de generar la chispa, pues el tiempo que tarda en propagarse la corriente desde la bobina hasta la bujía es despreciable;

b) Que el distribuidor establezca el circuito entre el secundario y la bujía en que debe de producirse la chispa, según el orden de explosiones establecido;

c) Que el instante de producirse la ignición en cada cilindro corresponda a un avance de un cierto número de grados antes que el pistón alcance el punto más elevado de su carrera.

Luego, el punto delicado del funcionamiento del sistema de ignición depende del instante en que se produce una variación de corriente en el circuito primario de la bobina, obtenido mediante la separación de los contactos del interruptor sincrónico.

En efecto, el distribuidor va estableciendo en debido orden el circuito con las diversas bujías (durante un tiempo relativamente grande), para que reciban la alta tensión mientras es generada en el circuito secundario de la bobina; en cambio, la ruptura del circuito primario, producida por la separación de los contactos a y b del interruptor, se efectúa en un tiempo brevísimo, que puede cifrarse entre una y dos diezmilésimas de segundo (suponiendo que la ruptura es producida por el desplazamiento de un grado de la excéntrica y que el eje del motor gire a 3 000 rpm). Luego lo que rige la producción de la chispa es el instante de separación de los contactos a y b del interruptor sincrónico; una vez regulado este ajuste, el distribuidor establecerá el orden de la producción de las chispas sin ninguna alteración, porque ambos mecanismos están montados sobre un mismo eje. Bastará, pues, ajustar el tiempo exacto de apertura de los contactos a y b con respecto a la posición de uno de los cilindros (generalmente el primero) para que en los otros se produzca la chispa en el mismo instante relativo cuando les corresponda.

Por lo tanto, el ajuste del sistema de ignición consiste en graduar el

interruptor sincrónico de tal manera que se produzca la chispa en la bujía del primer cilindro cuando en él se remonta el pistón durante el tiempo de compresión, y esto antes que alcance el punto culminante de su carrera, es decir, un determinado ángulo de avance.

Este ángulo viene indicado por una marca hecha sobre el volante, debiendo coincidir con una señal hecha en el cárter cuando se produzca la chispa en la bujía del primer cilindro; el resto se cumple automáticamente, debido a la sincronización de los movimientos del interruptor y del distribuidor de alta tensión, por estar ambos movidos por un mismo eje.

64. Señal del sincronismo de chispa

Cuando un pistón alcanza el punto más alto y el más bajo de su carrera, se dice que está en los puntos muertos. Como a cada ciclo de un motor de cuatro tiempos corresponden dos revoluciones completas del eje motor, resulta que cada pistón alcanza a cada ciclo dos veces el punto muerto superior y dos el inferior. Empezando por la admisión (primer tiempo), desciende; vuelve a ascender estando las dos válvulas cerradas (período de compresión) y poco antes de alcanzar el punto muerto superior es cuando se debe producir la chispa. El tercer tiempo aprovecha la fuerza motriz que proporciona la expansión de los gases; finalmente, en el cuarto tiempo se remonta por segunda vez el pistón para expulsar los gases quemados, lo que caracteriza a este tiempo es estar abierta la válvula de escape. Por lo tanto, no puede haber confusión posible: identificaremos fácilmente el período de compresión por estar cerradas ambas válvulas. Es durante este tiempo del funcionamiento del motor que se debe ajustar el instante de la producción de la chispa un cierto número de grados antes que el pistón alcance el punto muerto superior; es lo que constituye el ángulo de avance de la producción de la chispa.

El sitio que le corresponde al pistón del primer cilindro en el punto muerto superior está marcado en el volante por medio de una raya o con una bolita brillante; como a cada ciclo del funcionamiento del motor hay dos puntos muertos superiores, según hemos visto antes, resulta que simultáneamente con la comprobación de la posición de este punto, debemos observar que las dos válvulas del primer cilindro permanecen cerradas, lo cual será señal evidente de que aquel cilindro está en el período de compresión, que es precisamente en el que debe producirse la chispa.

Como el punto marcado sobre el volante debemos relacionarlo con otro que esté fijo, este último está colocado sobre el cárter y puede ser un índice [fig. 68 (a)] o una flecha [fig. 68 (b)], en cuyo último caso hay marcadas sobre el volante divisiones

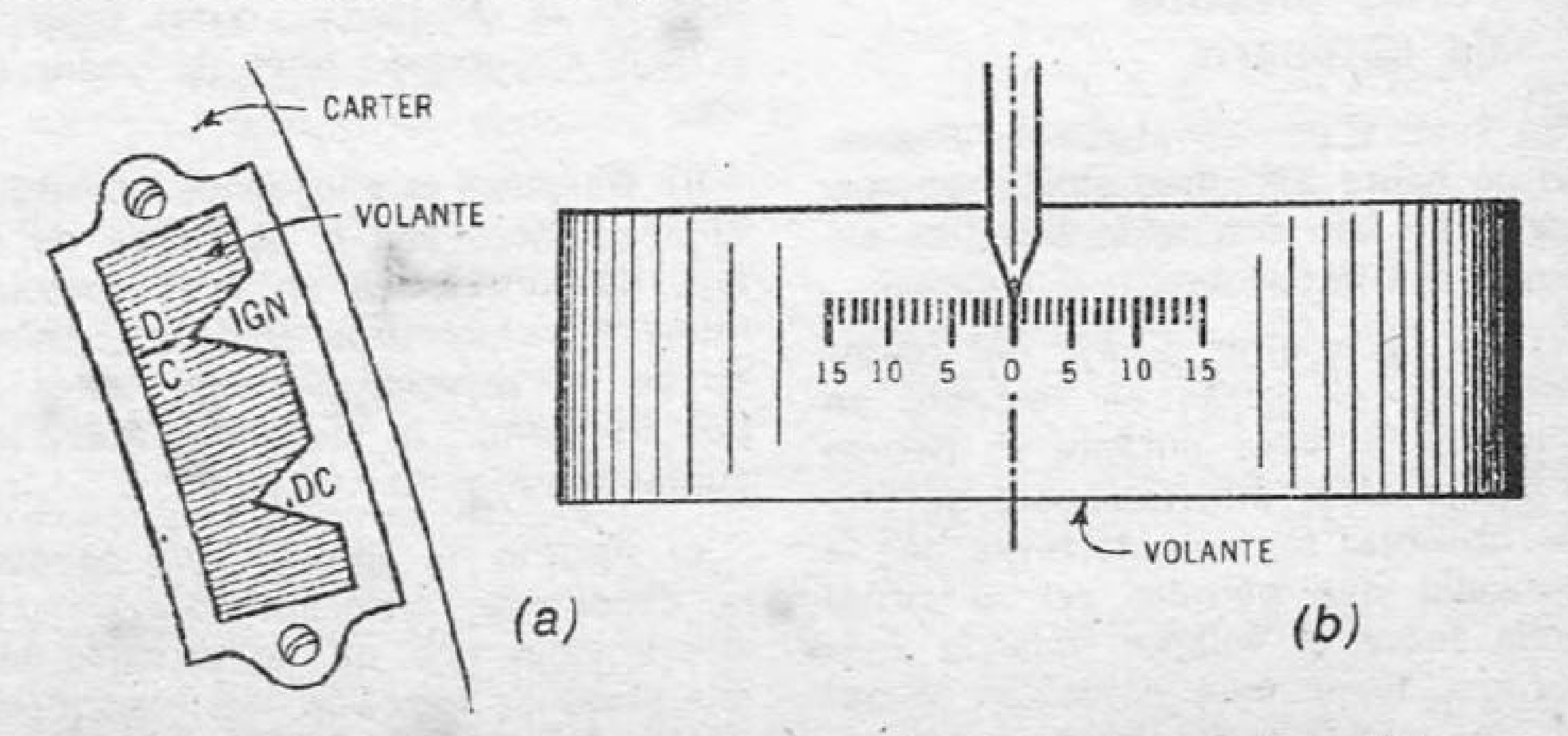


Fig 68 Diversos sistemas para determinar el punto de avance a la ignición.

correspondientes a grados de avance y retroceso con respecto del punto muerto superior del pistón del primer cilindro.

En explicaciones anteriores hemos relacionado la coincidencia de una señal hecha sobre el volante con otra fija, colocada en el cárter, para indicar el instante de la producción de la chispa en el primer cilindro, y como esto depende de la separación de los contactos a y b del interruptor sincrónico, llegamos a las siguientes conclusiones:

a) La ruptura del circuito primario de la bobina debe producirse exactamente en el instante en que coinciden la señal de sincronización de la chispa hecha sobre el volante con la fija del cárter;

b) Esto debe suceder cuando el pistón del primer cilindro está en su período de compresión, lo cual se comprueba viendo que las dos válvulas de este cilindro estén cerradas;

c) La puesta a punto de todo el sistema de ignición depende exclusivamente de obtener la ruptura del circuito primario de la bobina, o sea, la separación de los contactos a y b del interruptor sincrónico en el instante exacto de coincidir las señales de sincronismo mencionadas.

PUESTA A PUNTO DE UN SISTEMA DE IGNICION

65. Forma práctica de obtenerla

Se realiza en las siguiente etapas, que no habrá dificultad alguna en realizar si se han entendido bien las explicaciones anteriores:

1) Se hace girar el eje del motor hasta que el pistón se remonte en el primer cilindro durante el tiempo de compresión; mientras esto se realiza, observar muy atentamente por la ventanilla que permite ver la señal hecha sobre el volante; cuando ésta aparezca, hacer que coincidan la señal del cárter y la del volante, enfrentándose la que se refiere a la ignición, que generalmente tiene la indicación IGN. Si por cualquier circunstancia se pasase la señal, no intente mover el eje motriz al revés, ya que esto produce un desajuste angular entre el eje del motor y el de las excéntricas; dé otras dos vueltas al eje motor y evite que le pase la señal. Una vez obtenida la coincidencia antes indicada, asegúrese de que el eje no pueda girar, trabándolo;

2) Destape el distribuidor de alta tensión: el brazo o maneta debe coincidir frente al borne correspondiente al primer cilindro cosa que comprobará viendo si el cable que conecta a este borne va a parar a la bujía de ese cilindro;

3) Saque ahora la parte superior del distribuidor y se encontrará con el interruptor sincrónico. Uno de los ángulos de ataque de la excéntrica debe hacer contacto con el apéndice de fibra que tiene la palanca, para que se produzca la ruptura del circuito (separar los contactos a y b) en aquel instante;

4) Si no coincide que la excéntrica inicie en aquel preciso instante la ruptura del circuito primario, entonces debe proceder de la siguiente forma:

a) Afloje el dispositivo que fija la excéntrica con su eje, que generalmente es un tornillo que se aprieta con un destornillador. Afloje este tornillo, ponga el destornillador por debajo de la excéntrica, como palanca, y haga que quede libre de poder girar;

b) Desplace la excéntrica hasta que haga contacto con el apéndice de fibra, de forma que en aquel preciso instante se produzca el desplazamiento de la palanca del interruptor y, por lo tanto, la separación de los contactos a y b;

c) Apriete el tornillo que asegura la excéntrica, habiendo previamente comprobado que no se produce ningún juego de retroceso del mecanismo de rotación del eje de la excéntrica.

Para tener la certeza del instante de ruptura del circuito primario, lo mejor es conectar en serie con este circuito una lamparita de 6 V y pocas bujías (3, por ejemplo); de esta forma, el punto de separación de los contactos a y b viene señalado por la extinción de la luz. Una vez ajustada la posición de la excéntrica, compruebe, dando unas vueltas al eje motriz, si el paso de la señal D/C hecha en el volante coincide con la señalada IGN al extinguirse la luz de esta lamparita piloto; de lo contrario, retóquese la posición de la excéntrica hasta conseguirlo.

66. Observaciones complementarias

La puesta a punto del sistema de ignición requiere que se tomen ciertas precauciones para asegurar la exacta coincidencia de producirse la chispa y que las señales del volante y del cárter se enfrenten. Para ello, conviene proceder en esta forma:

a) Desconectar los cables de alta tensión, numerándolos con un trozo de papel cada uno, contando desde el radiador hacia atrás;

b) Sacar la tapa colocada sobre la culata del motor, así podremos observar todo el mecanismo de las válvulas;

c) Saque la bujía del primer cilindro y, cuando vea que sus dos válvulas están cerradas, compruebe que se está efectuando el período de compresión: tapando la abertura con la palma de la mano, sentirá la presión del aire que se está comprimiendo. Dé aún dos o tres vueltas más al eje del motor, para asegurarse de los períodos de admisión (notará una succión en la mano) y el de compresión, y relacione su coincidencia con los movimientos de las válvulas;

d) Cuando vea que se inicia un período de compresión en el primer cilindro, entonces, lentamente, haga coincidir las señales como antes le hemos explicado y proceda a efectuar el ajuste de la posición de la excéntrica del interruptor;

e) Una vez ajustada la excéntrica, colóquese el distribuidor de alta tensión (distribuidor de chispa) de manera que coincida la posición de su eje, etcétera. Ciérrese y procédase a conectar los cables de alta tensión con las bujías correspondientes, empezando por la primera, en el mismo orden que el indicado en los papeles numerados.

f) Ponga el motor en funcionamiento, a ver si todo está correcto y marcha bien.

67. Comprobación en marcha

Por mucho cuidado que se haya puesto en ajustar la posición de la excéntrica, es evidente que puede haberse producido un pequeño error angular, que se traduce nada menos que por un ángulo doble en el eje motriz, es decir que la variación de un ángulo de un grado en la colocación de la excéntrica (que en medida lineal es una fracción de milímetro) se traduce por una variación de dos grados en el eje del motor, y dos grados se notan en el funcionamiento de un motor a alta velocidad.

Para comprobarlo, el procedimiento más exacto consiste en emplear una lámpara de neón que debe montarse con un cable similar al de las bujías. Uno de sus terminales se conecta con la bujía del primer cilindro, por ser éste con el cual se hace el ajuste de la ignición, y el otro extremo del circuito de la lámpara a la masa del motor; de esta forma, cuando la bujía reciba la corriente de alto voltaje, también la recibirá la lámpara de neón, que se ilumina con una luz rojiza. Luego, la lámpara de neón sólo se encenderá cuando sea recorrida por la corriente que alimenta la bujía del primer cilindro, y sólo durante aquel instante.

Consideremos el motor en marcha, con la ventanilla abierta de las señales. Es evidente que si el motor gira, por ejemplo, a 3 000 rpm, o sea,

50 por segundo, la señal D/C marcada sobre el volante pasará totalmente inadvertida, pero no sucederá lo mismo si enfocamos nuestra lámpara de neón sobre la señal IGN, fija en el cárter. Veamos lo que entonces sucede: a) la ventanilla es alumbrada cada vez que la bujía del primer cilindro recibe corriente, lo cual equivale a decir en el instante en que se produce la chispa; b) aquel preciso instante debe coincidir con el paso de la señal D/C hecha en el volante ante la flecha IGN de la ventanilla; c) como la iluminación es instantánea, veremos lo que sucede en aquel instante y sólo en aquel instante, es decir que todo sucede como si estuviese fija la señal D/C del volante, y, no obstante, pasará ante nosotros unas 50 veces por segundo. El resultado práctico es el siguiente: si el ajuste de la excéntrica del interruptor ha sido colocado en su lugar exacto, las señales D/C e IGN coincidirán; de lo contrario, habrá un desplazamiento que corresponderá al atraso o adelanto de la chispa con respecto de su punto exacto; es preciso corregirlo y volverlo a comprobar, hasta obtener la exactitud total.

Nota. El porqué se ve la señal D/C como si estuviese fija, a pesar de desplazarse a gran velocidad, merece una pequeña explicación. Nuestra vista necesita un cierto tiempo para transmitir al cerebro lo que se pone ante ella; este tiempo es del orden de 1/16 de segundo y recién entonces tenemos la sensación visual de que ha desaparecido. En esto está fundado precisamente el cinematógrafo, que proyecta una sucesión de imágenes, cambiadas durante la oscuridad de la sala; así se tiene la ilusión del movimiento, por la persistencia de las imágenes en nuestra retina. Es decir que si nuestra vista fuese perfecta y transmitiese instantáneamente lo que ve, el cine no existiría.

Pues bien, la utilización de la lámpara de neón para comprobar el estado de perfecto ajuste de la ignición en los motores de automóviles, se funda en el mismo principio. Admitiendo que el motor funcione a 3 000 rpm, que representan 50 rps, como a cada dos revoluciones del eje motriz se produce una explosión (ciclo de cuatro tiempos), resulta que se producen 25 chispas por segundo en cada cilindro, siendo su duración de una fracción tan pequeña que podemos suponer instantánea; por lo tanto, la lámpara de neón iluminará 25 veces por segundo la señal D/C en el preciso momento que pase por la ventanilla, lo cual hará que debido a la inercia de nuestro sistema visual, su imagen persista en nuestra retina, en una forma similar al caso del cine, y veamos dicha señal solamente en el preciso instante en que está iluminada; esto nos dará la ilusión óptica de que no se mueve, y así podremos comprobar si efectivamente su posición coincide con la marcada IGN hecha en el cárter.

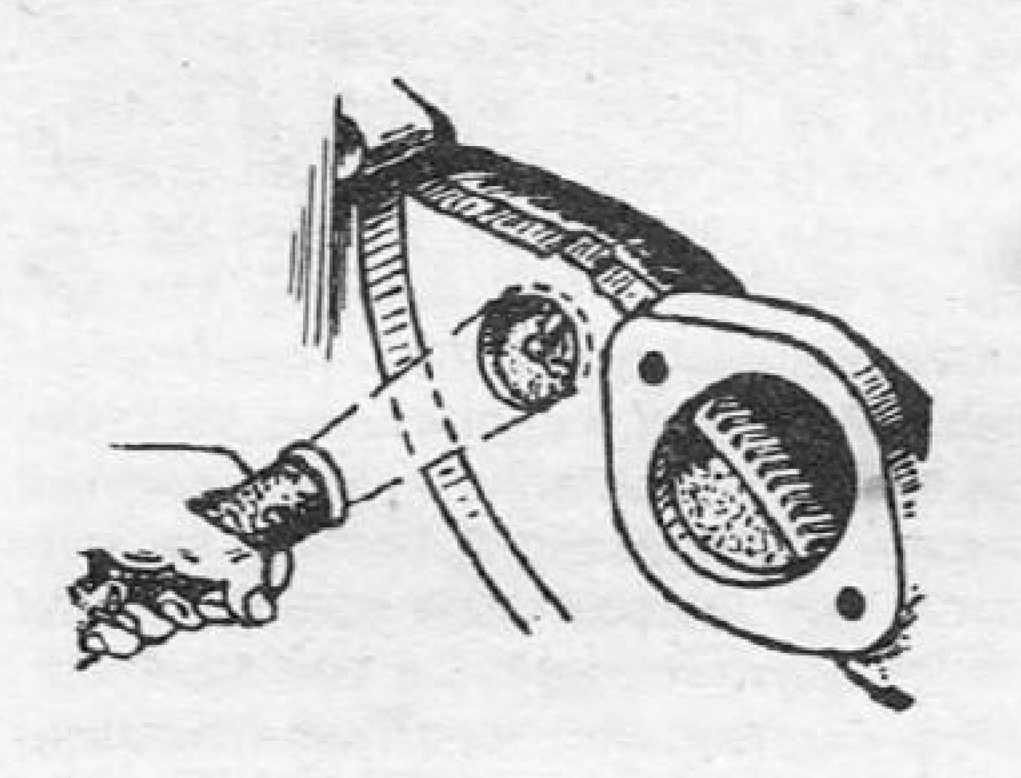
Las letras D/C son las iniciales de *Dead Center* (pronúnciase *did cénter*), que en inglés significa centro muerto; designan el punto muerto del pistón, descrito oportunamente.

En los coches Chevrolet, la puesta a punto del sistema de ignición se hace totalmente mediante una lámpara de neón, con el motor en marcha; la coincidencia de la señal fija en el cárter con el paso rapidísimo de una esferita brillante incrustada en el volante (en el punto correspondiente al sincronismo) señala el instante preciso de la ruptura del circuito primario, o producción de la chispa en la bujía del primer cilindro. Una vez conseguido este resultado, que se obtiene moviendo con la mano el conjunto del distribuidor (figura de la derecha), éste se fija y el sistema de ignición está sincronizado (fig. 69).

La lamparita de neón está alojada en un portalámpara semejante a los utilizados comúnmente, dándosele el nombre de sincroscopio.

Este procedimiento es muy práctico y exacto, teniendo la ventaja que se realiza la sincronización con gran rapidez y facilidad de operación: se conecta el sincroscopio, se pone el motor en marcha y luego se enfoca a la ven-

tanilla para ver la esferita brillante, que, por persistencia de la imagen en la retina, parece fija; si no coincide con la señal del cárter (fija), se desplaza el conjunto del distribuidor y, en cuanto hay coincidencia, se fija éste con el tornillo correspondiente, tal como se representa en la figura de la derecha.



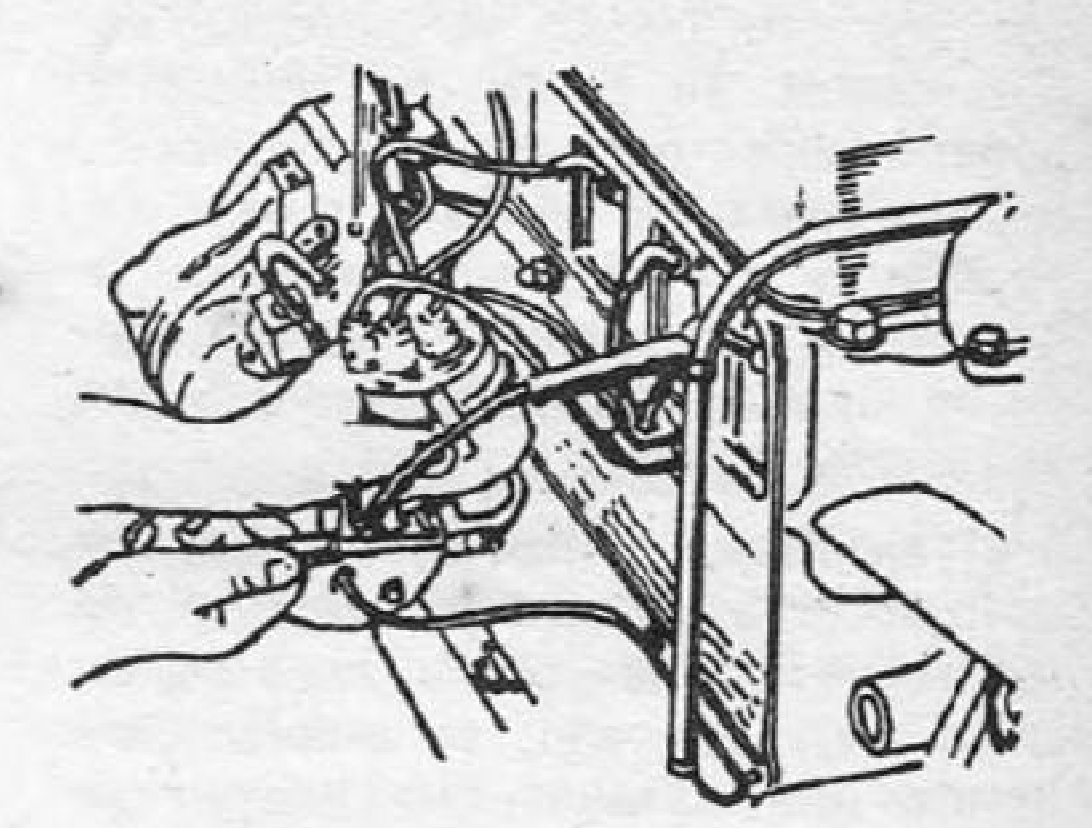


Fig. 69. Forma de operar para obtener la sincronización de la chispa por el método estroboscópico.

68. Herramientas y calibres necesarios

La unidad que se conoce con el nombre de distribuidor se compone de un conjunto de mecanismos sumamente delicados y de piezas muy pequeñas, cuyo ajuste requiere ciertas herramientas y calibres adecuados. Entre ellos citaré los siguientes:

a) **El dinamómetro.** Vulgarmente conocido con el nombre de romana, sirve para medir la presión que debe tener la palanca del interruptor sincrónico que mantiene unidos los contactos a y b. Para comprobarlo se sitúa la excéntrica de forma que ambos contactos estén unidos; después se coloca el ganchito del dinamómetro en la punta del brazo y se tira con el dedo índice (colocado en el gancho del instrumento), observando atentamente el instante en que se produce la ruptura del contacto; la indicación de la aguja en aquel preciso momento señala la fuerza, en gramos, que se necesita para producir la separación de los contactos, es decir, desplazar la palanca del interruptor. Cada tipo de distribuidor requiere una fuerza determinada; si no fuese exacta, es necesario graduar debidamente el resorte que actúa presionando la palanca.

Para asegurarnos de la exactitud de la medida realizada, conviene efectuarla varias veces, anotando los resultados en una hoja de papel y luego obtener la medida aritmética de todos ellos, lo cual significa sumarlos y luego dividir el resultado por el número de sumandos. Supongamos que se hacen cuatro mediciones con los resultados siguientes, en gramos: 275, 282, 278, 273; ¿cuál es el valor más probable de ser el exacto? Evidentemente, no lo sabemos, pues intervienen errores de observación que no es posible anular; sumaremos las cantidades obtenidas y el resultado de la suma lo dividiremos por 4, por haber cuatro sumandos [1]:

$$275 + 282 + 278 + 273 = 1\,108$$

Dividiendo esta cantidad por 4, tenemos por resultado

$$1\,108 \div 4 = 277 \text{ g}$$

Es el valor más probable de la fuerza medida con el dinamómetro.

Un procedimiento similar se emplea también para comprobar la presión de los resortes de las escobillas de la dínamo y del motor de arranque.

[1] Ver nuestra *Aritmética Industrial*, donde se explican numerosas aplicaciones de la "media aritmética".

b) **El punzón de ebonita**. Consiste en una varilla semejante a un lápiz. Se emplea para cambiar el carbón de contacto que tienen ciertos distribuidores para formar circuito entre el cable que viene del secundario de la bobina y el brazo giratorio del distribuidor, que va estableciendo el circuito con las diversas bujías. Como sea que este carbón se estropea, especialmente su punta, es necesario poderlo sacar para poner otro nuevo, a cuyo objeto se utiliza el punzón de ebonita o de otra sustancia blanda que no raye la superficie interna donde se aloja el carbón de contacto con el resorte, etcétera.

c) **La llave**. Similar a las que se utilizan para apretar las tuercas de los cubos de las ruedas, pero de tamaño muy pequeño; se emplea para apretar los tornillos que intervienen en el interruptor. Estas llaves acostumbran a tener uno o dos entalles, que se utilizan para enderezar o hacer esfuerzos para situar en su posición correcta la platina del interruptor; el otro extremo termina en forma de uña, con un entalle central, empleado también para enderezar y centrar.

d) **Los calibres o galgas**. Sirven para ajustar exactamente la distancia que debe separar los contactos. Son láminas de acero en cuya superficie se indican su número y el espesor. Acostumbran a venir montados entre dos láminas de un centímetro de ancho por unos seis de largo; están sostenidos por uno de sus extremos (como los cortaplumas), de manera que pueden desplazarse angularmente, formando como un abanico; gracias a esta disposición se pueden tener muchas galgas ocupando muy poco espacio.

Los calibres se emplean para ajustar la distancia entre los contactos a y b del interruptor, así como para graduar exactamente la distancia entre los electrodos de las bujías, o sea, lo que se denomina el espacio de la chispa, cuyo valor exacto tiene una importancia capital en el funcionamiento del motor.

69. Limpieza de los contactos

Antes de ajustar un sistema de ignición, lo primero que debe hacerse es limpiar los contactos a y b del interruptor; si no se toma esta precaución, todo lo que se haga no tendrá valor, pues estando sucios no hay seguridad del preciso instante de la ruptura del circuito. En efecto, a pesar de que el condensador absorbe la corriente de ruptura, evitando la formación de la chispa, teniendo en cuenta la enorme cantidad de millares de millones de veces que funciona (en un motor de cuatro cilindros, que funcione a 3 000 rpm se producen más de un millón de interrupciones; exactamente, 1 080 000 en 3 horas), es evidente que los pequeños contactos terminen por quemarse. La consecuencia es que forman una superficie irregular, con protuberancias, que, al estar enfrentadas, producen irregularidades al abrir y cerrar el circuito. Para evitarlo es necesario limpiarlas y que se cumplan las dos condiciones siguientes:

a) Que ambas superficies sean perfectamente paralelas, pues de lo contrario no asientan bien;

b) Gastar lo mínimo de los contactos.

Si quiere hacer un trabajo de calidad, desmonte la palanca y el soporte donde está el contacto fijo, y repáselos con una piedra de afilar al aceite, como las empleadas para afilar las herramientas de carpintero. Limpie los contactos lo justamente necesario para no gastarlos demasiado; incluso pueden quedar algunas ligeras manchas por no haber llegado allí el roce de la piedra; lo esencial es que el conjunto de la superficie quede bien plano y perpendicular a su eje.

Esto puede realizarse con una pequeña piedra de afilar muy delgada, que se introduce entre ambos contactos cuando éstos están en su máxima separación; de esta forma, con un movimiento longitudinal se consigue limpiar las dos superficies simultáneamente. Hay otro procedimiento que es generalmente el empleado, aunque no el mejor: consiste en colocar una

tira de papel de lija muy fino entre ambos contactos, manteniéndolos cerrados; con un movimiento alternativo se frotan las superficies, quedando éstas más o menos bien. Si procede de esta forma, cuide de tirar el papel de lija siguiendo lo más exactamente posible la dirección del plano que pasa por las superficies en contacto, es decir, no ladearlo, de lo contrario desaparecerá su paralelismo y el contacto entre las caras será defectuoso.

70. Ajuste de los contactos

Una vez bien limpias las superficies, es necesario regular la abertura de los contactos en su punto máximo, con lo cual aseguraremos que luego se enfrentarán debidamente.

Se obtiene este ajuste merced a una lámina calibrada cuyo espesor sea el de la distancia que debe separar a ambos contactos. Para efectuar esta operación procédase en la siguiente forma:

a) Se saca la tapa del distribuidor y el distribuidor propiamente dicho, con lo cual tendremos a la vista el interruptor sincrónico;

b) Muévase el eje del motor hasta que la excéntrica, haciendo contacto con el apéndice que toca la palanca, la desplace de forma que los contactos estén lo más separados que puedan estar;

c) Colocar entre los contactos a y b la lámina calibrada al espesor que corresponde a este tipo de distribuidor, y observar si va justa o si el espacio es excesivo o insuficiente; si sucede alguno de estos dos últimos casos, efectúe las siguientes operaciones:

1) Teniendo con la mano izquierda la lámina calibrada (galga), con la derecha (mediante una llave apropiada o un destornillador) regule el tornillo de ajuste, que representa el contacto b, de la figura 55, hasta que el calibre se deslice suavemente entre ambos contactos;

2) Manteniendo así el calibre, apriete la contratuerca de seguro, para que el tornillo de ajuste no se mueva de este lugar; compruebe si se ha movido con esta última operación, retocándolo en caso contrario.

71. Procedimiento general de ajuste

Por lo explicado vemos que la marcha a seguir para la puesta a punto de un sistema de ignición es el siguiente:

1) Limpiar los contactos del interruptor;

2) Ajustar su distancia máxima con el calibre correspondiente;

3) Colocar la posición de la excéntrica para que la separación de estos contactos se efectúe en el preciso instante de coincidir las señales D/C con la IGN;

4) Comprobar, por medio de la lámpara de neón, la exactitud del resultado.

Solamente siguiendo este orden, procediendo con mucho cuidado y haciendo todas las operaciones según la técnica debida, se consigue ajustar la ignición en la forma exacta que requieren los motores modernos de gran velocidad.

SINCRONIZACION DEL SISTEMA DE IGNICION

72. Método práctico

A medida que los motores de los automóviles han funcionado a velocidades más rápidas y aumentado su número de cilindros, se consideró la conveniencia de duplicar el interruptor, es decir, construirlo con dos palancas en vez de una sola.

Luego, un motor de seis cilindros puede interrumpir el circuito primario de su bobina por medio de una palanca con una excéntrica de seis lados, o bien con una excéntrica triangular con dos palancas; un motor de ocho cilindros puede funcionar con una excéntrica octogonal (ocho lados) y una palanca, o con una excéntrica cuadrada y dos palancas.

Hasta se ha llegado a hacer funcionar el sistema de ignición con dos

bobinas separadas, una para cada palanca, con lo cual se tiene, en realidad, un juego doble de interruptor y bobina, aunque una sola excéntrica y un solo distribuidor.

La utilización de dos palancas ha introducido una nueva complicación en la ya delicada puesta a punto del sistema de ignición. En efecto, si consideramos el caso de un motor de ocho cilindros con una excéntrica de cuatro lados, es evidente que debe originarse una ruptura del circuito primario a cada 45° de rotación de la excéntrica, desde el momento en que a cada vuelta deben producirse las igniciones en todos los cilindros (ocho), y como cada palanca o interruptor cuida la producción de la chispa de cada grupo de cuatro cilindros, para que todos funcionen perfectamente bien debe haber una exactitud completa en los intervalos angulares de la ruptura de los contactos de las dos palancas. Esto se consigue haciendo que un interruptor esté fijo sobre la platina del distribuidor, mientras que el otro puede desplazarse angularmente para que ambos se distancien exactamente el ángulo necesario (de 45° en el caso de un ocho cilindros con una excéntrica cuadrada).

La operación de ajustar el ángulo de ruptura entre los dos interruptores es lo que se denomina sincronizarlos, y debe efectuarse con la ayuda de un aparato especial que tiene la forma de un sector circular graduado: cada tipo de distribuidor con interruptor doble tiene un ajuste propio, necesitándose a tal objeto el tipo correspondiente de sector graduado, que no puede servir para otros tipos. Para tener una idea acerca de la exactitud requerida en este ajuste, baste saber que si en la ignición de los dos grupos de cilindros hay una diferencia angular de 2°, el motor funciona mal. Este ángulo de 2° se refiere al eje motriz y, por lo tanto, el ajuste en el distribuidor debe hacerse con una exactitud de medio grado para que el motor funcione bien. Recuerde que el eje de la excéntrica que produce la acción de ambos interruptores gira a razón de una revolución por cada dos del eje motriz; por lo tanto, un ángulo de 1° en el eje del motor corresponde a 0,5° del eje de la excéntrica.

Aunque hay una gran variedad de tipos de interruptores dobles, cada uno de ellos con su instrumento de ajuste especial correspondiente, la forma de operar es la misma en todos ellos, obteniéndose la sincronización de la siguiente manera:

1) El interruptor que está fijo sobre la platina del distribuidor es el que rige la puesta a punto del conjunto de la ignición del motor, y su ajuste debe hacerse tal como hemos indicado. (Si sólo se trata de sincronizar los dos interruptores entre sí, es necesario, antes que nada, una vez sacada la tapa del distribuidor, marcar lo más exactamente posible la posición del rotor, cuidando no haya juego alguno. Luego, cuando vuelva a montar el distribuidor, cuide de que coincida la colocación del rotor con la marca hecha anteriormente.)

2) Una vez sacada la parte del distribuidor propiamente dicho (a veces llamada cabeza), estaremos en presencia del juego de interruptores.

Mueva el eje motor de manera que la excéntrica levante la palanca del interruptor fijo; cuando la abertura sea máxima, ajústela según el calibre correspondiente, siguiendo la técnica explicada en el parágrafo 70. Hecho esto, teniendo bien asegurado el tornillo del interruptor que acabamos de ajustar, movamos el eje del motor para que ahora la excéntrica levante la palanca del interruptor movible hasta que la abertura sea máxima; debe ajustarse como en el caso anterior.

3) En el eje de la excéntrica coloque el sincronizador, del tipo adecuado al modelo que estamos ajustando, haciéndolo girar hasta que encaje en una ranura practicada en su superficie. (Según los tipos, varía el sistema de fijación del sincronizador, debiéndose seguir las instrucciones de cada modelo, sirviendo estas explicaciones sólo de orientación general.)

4) Hágase girar el eje del distribuidor y, por lo tanto, el sincronizador, hasta que se produce la ruptura del interruptor fijo. (Conviene colocar una lamparita de 6 V en serie con el interruptor que se está considerando, para tener la máxima exactitud posible del instante en que se produce la apertura del circuito, es decir, cuando se separan los contactos a y b.)

5) Estando así las cosas, observe la lectura del ángulo del sincronizador con la señal de referencia. Procure leer lo mejor posible este valor porque de él depende la exactitud de la sincronización. Asegúrese del punto de ruptura de los contactos.

6) Mueva el eje, en el sentido que corresponda, hasta que el otro brazo graduado del sincronizador coincida con una lectura idéntica a la que antes hemos obtenido, ahora en el segundo punto de referencia: este punto debe coincidir con el de ruptura del interruptor movible. Si no es así, afloje el sistema de fijación que tenga sobre la platina y desplácelo, por medio del dispositivo que tenga para ese objeto, hasta que el tope de la palanca del interruptor toque lo necesario con la excéntrica para que cese el contacto de los bornes a y b, o sea que abra el circuito. Para ello, debe conectar la lamparita de 6 V en serie con este circuito, para tener así la mayor certeza posible de la exactitud del momento de su ruptura. Lo mejor es intercalar una lamparita en cada uno de los interruptores; así, luego, al comprobar la exactitud de los puntos de ruptura (leyendo las graduaciones de los brazos del sincronizador), tendrá la certeza de que el sincronismo de los interruptores se ha obtenido con una precisión de, a lo sumo, 0,5°, lo cual asegura un funcionamiento perfecto de los dos grupos de cilindros. Como el sector del sincronizador tiene las graduaciones en grados correspondientes al eje del motor, si conseguimos el ajuste de las dos aperturas con un error inferior a 0,5°, habremos conseguido un buen sincronismo.

Procédase ahora a comprobar, una vez más, las aperturas de los dos contactos mediante la lámina calibrada correspondiente a este tipo de distribuidor. Una vez hecho, procédase a colocar el resto del distribuidor en su sitio, cuidando especialmente de hacer coincidir la señal que antes habíamos hecho en el rotor; gracias a esto nos evitamos ahora mucho trabajo porque, como la puesta a punto de todo el sistema de ignición de estos motores se basa en la posición del interruptor fijo con respecto de la coincidencia de los puntos D/C e IGN, al no haber variado en nada, todo el sistema estará ahora perfectamente sincronizado.

7) Póngase el motor en marcha y observe su funcionamiento.

73. Ajuste del selector octánico

El selector octánico es un ajuste adicional al sistema de ignición debido a la variedad de las calidades de combustible. Un combustible limpio y sumamente volátil se dice que posee un alto valor octánico, mientras que la nafta de inferior calidad, que contiene impurezas, tiene un valor octánico bajo. De esta forma se ha establecido una escala de valores representativos de la calidad del combustible empleado, los que deben ajustarse en el selector octánico.

Según sea la graduación octánica, se ajusta el desplazamiento del tornillo del selector hasta que la aguja señala el valor correspondiente al combustible que se compara. Hecho esto, se ha regulado el tiempo de la ignición para que la chispa se produzca en el preciso instante; un combustible de alto valor octánico requiere un avance, mientras que uno de valor bajo necesita un retraso.

Para ajustar el selector octánico procédase de la siguiente forma:

a) Saque la parte superior del distribuidor (a veces llamada cabeza) y haga girar el eje del motor hasta que la excéntrica del interruptor abra los contactos a y b; deben estar separa-

dos, en su punto máximo, la abertura correspondiente al espesor de la lámina calibrada.

b) Dé vueltas al tornillo del selector octánico hasta colocarlo en el punto cero.

c) Sitúe el control automático de vacío (vea el parágrafo siguiente) en la posición de retardo total.

d) Saque la bujía del primer cilindro y compruebe cuándo se efectúa en él el período de compresión.

e) Continúe girando el eje motriz pero con suma atención; haga coincidir la marca correspondiente a 10° con la flecha fija en la ventanilla practicada en el cárter (esta señal de 10° es exclusiva para la puesta del selector octánico). Mantenga fijo el eje.

f) Conecte una lamparita de 6 V en el circuito de ruptura del interruptor y observe si se enciende, en cuyo caso es demostración de que la chispa está adelantada; en caso afirmativo, afloje el dispositivo que sostiene el conjunto de la caja del distribuidor y hágalo girar en el sentido de las agujas de un reloj, hasta que observe que la lamparita está exactamente en el punto crítico de apagarse. Apriétese bien el tornillo que impide que el conjunto del distribuidor pueda girar.

g) Si la lamparita no se encendiese una vez hecha la operación e), es señal de que la chispa está retrasada. En este caso, afloje el tornillo que impide la rotación de la caja del distribuidor y hágalo girar en el sentido contrario al de las agujas de un reloj, hasta ver que la lamparita se enciende; en este punto, fije la posición de la caja del distribuidor apretando el tornillo correspondiente u otro dispositivo, si lo hubiese.

h) El selector octánico está ajustado. Ahora, mediante el tornillo que posee este mecanismo, se puede adelantar o retrasar el instante de la producción de la chispa según la calidad del combustible que se emplee, lo que en lenguaje técnico automovilístico se dice según su graduación octánica.

74. Ajuste del mando automático, a vacío

Según ya explicamos, se consideró conveniente tener un control suplementario de la ignición, retardando la chispa en aquellas circunstancias en que, como vulgarmente se dice, "el motor se ahoga". Esto ocurre en las aceleradas bruscas, cuando el coche sube una pendiente muy pronunciada, etcétera, entonces interviene el mando automático de vacío, que desplaza un cierto ángulo la platina del interruptor sincrónico, retardando la producción de la chispa, independientemente de todos los otros mandos de la ignición.

En la figura 70 podemos ver la influencia del control de vacío actuando conjuntamente con el regulador centrífugo. La línea llena representa el avance de la chispa añadiéndole el mando de vacío. Observamos en estos diagramas lo siguiente:

a) El regulador centrífugo empieza a actuar cuando el coche marcha a unos 15 km por hora, produciendo un rápido avance a la ignición de unos 12°, contados sobre el eje motor; a partir de este punto, la acción del regulador centrífugo disminuye hasta alcanzar un avance máximo de 28°.

b) El control de vacío (indicado con la línea de puntos) se inicia precisamente cuando el mando centrífugo disminuye. Observamos que el mando de vacío es de unos 11°, que se sobrepone al centrífugo hasta alcanzar la velocidad de unos 80 km; después se estabiliza y decrece, para cesar de actuar cuando el coche alcanza velocidades de unos 110 km.

75. Cuidado de las bujías

Es en este órgano donde se genera la chispa y, por lo tanto, de nada serviría tener todo el sistema de ignición bien ajustado si la bujía no lo estuviese. El cuidado que deben recibir se reduce a los dos puntos siguientes:

1) Que los contactos estén bien limpios, para que la chispa salte entre ellos sin ninguna dificultad;

2) Que la distancia entre los contactos sea la exactamente necesaria para generar la chispa.

La limpieza de los contactos tiene por objeto eliminar las incrustaciones de carbón; se forman debido a una mala carburación o a un exceso de lubricante. En ambos casos, en las paredes de la culata del cilindro y en el fondo de la bujía se adhiere una capa de pasta grasienta, que se quema por el efecto de las altas temperaturas que reinan en este recinto en el momento de producirse la combustión de la mezcla; resulta una incrustación que es muy resistente al paso de la corriente eléctrica. Como esta película aislante circunda los dos electrodos que forman la distancia explosiva de la bujía, produce una caída de tensión del voltaje aplicado a la bujía. El resultado es que llega un momento en que la presión eléctrica ya no es suficiente para salvar el espacio entre los dos electrodos; la bujía no funciona. ¡Cuántas fallas de la ignición ocurren por esta causa!

La falla de las explosiones no sólo tiene el inconveniente de la pérdida de combustible (con la consiguiente disminución de potencia), sino que, además, ocasiona un desequilibrio dinámico en el funcionamiento del motor, que es necesario evitar.

El procedimiento más empleado de limpiar las bujías consiste en colocarlas en un dispositivo especial, donde quedan los dos electrodos expuestos a un bombardeo intensísimo de granitos de arena proyectados a gran velocidad. Esto hace que todos los puntos de los electrodos reciban impactos que hacen saltar la película carbonizada, quedando, al cabo de pocos momentos, perfectamente limpios. Si acaso quedase algún pequeño residuo en la punta, se saca con un poco de papel de lija apoyado contra la lámina de un cortaplumas.

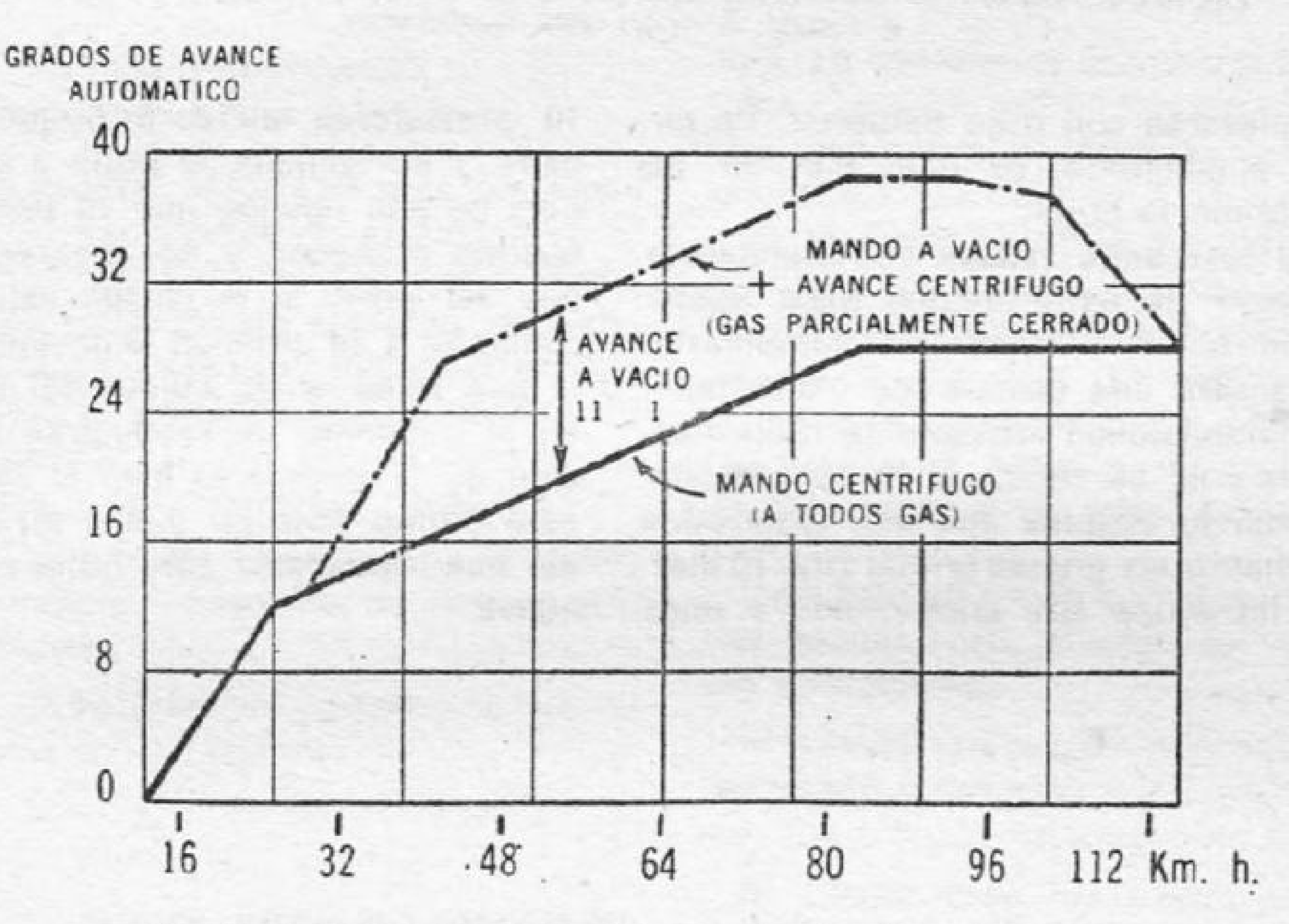


Fig. 70. Diagrama del efecto del control automático de vacío en el avance de la chispa.

La distancia entre los dos electrodos, lo que se denomina el espacio de chispa, debe ajustarse muy cuidadosamente. Para ello, es indispensable tener una lámina calibrada, cuyo espesor corresponda al espacio que debe haber entre los dos electrodos.

Para efectuar este ajuste, colóquese el calibre entre los dos contactos; con la mano izquierda se sostiene la bujía y con la derecha se acerca el electrodo curvado hasta que el calibre se aguante por sí solo, pero que pueda

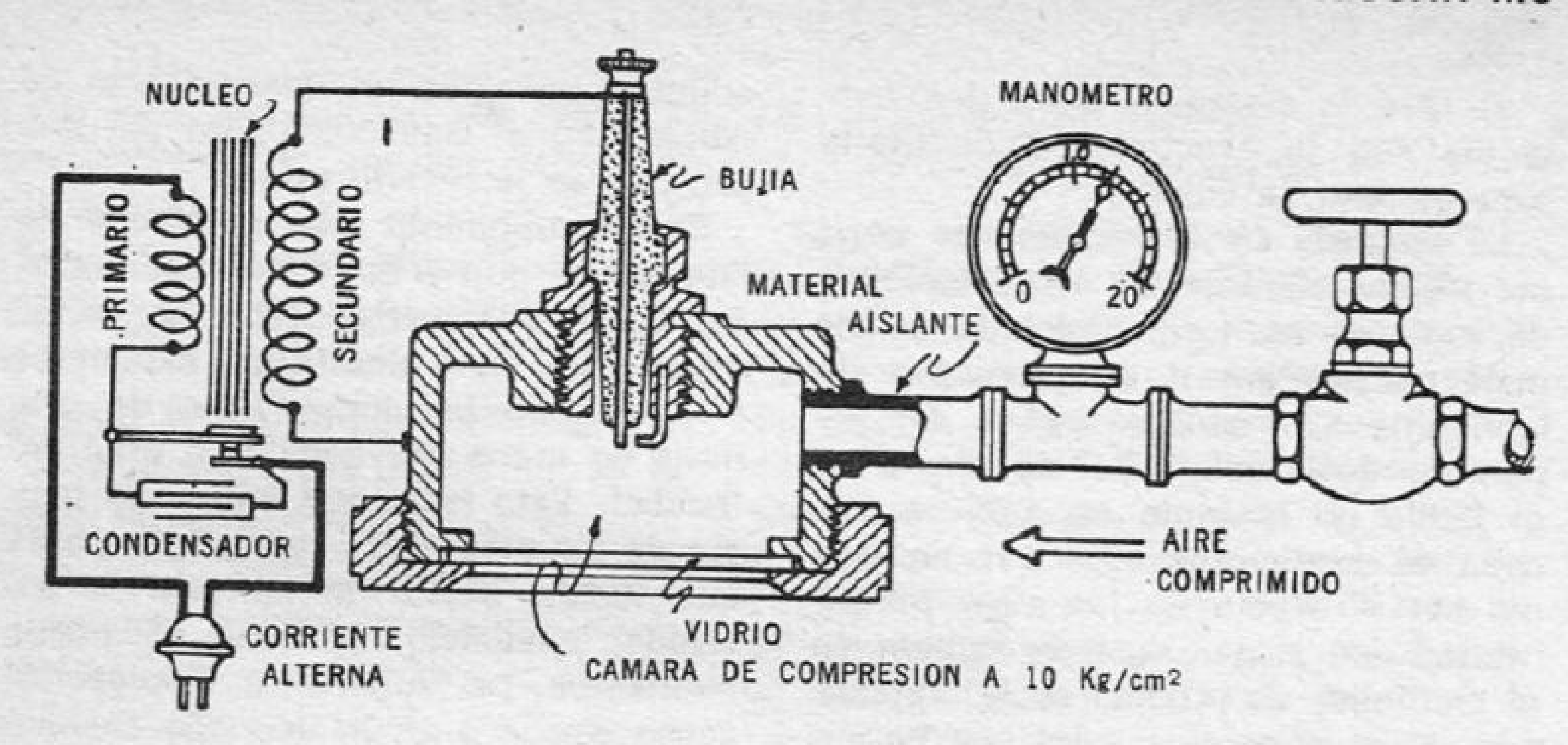


Fig. 70 bis. Cámara de compresión para probar las bujías en condiciones similares a cuando el motor está funcionando.

desplazarse con poco esfuerzo. En estas condiciones se dice que se ha calibrado la bujía.

Si una bujía fallase con frecuencia a pesar de estar limpia, debe someterse a un examen complementario. Se utiliza una cámara de compresión de dimensiones sumamente reducidas, en la cual se coloca la bujía, roscada, quedando visibles sus dos electrodos mediante un grueso cristal (fig. 70 bis). Se introduce aire comprimido a unas 10 atmósferas en esta pequeña cámara y se conecta la bujía a una bobina de alta tensión que ya tiene este aparato probador, y se observa a través del vidrio si la chispa salta francamente a la presión equivalente de la que reina en la culata del cilindro en el momento de producirse la ignición de la mezcla, o bien si falla; en este último caso no queda otro remedio que reemplazar esta bujía por otra nueva.

Capítulo X

AVERIAS DEL SISTEMA DE IGNICION

76. Fallas verdaderas y aparentes

En general, cuando se nota que algún cilindro no produce la explosión en el momento debido, se atribuye al sistema de ignición; sin embargo, no siempre es así, desde el momento en que la falta de combustión (no la falta de producción de la chispa) puede ser debida a las siguientes causas:

1. Una mala carburación, es decir, una mezcla inadecuada de aire y nafta volatizada;

2. Insuficiente compresión de la mezcla en el cilindro;

3. Las válvulas no accionan en el debido momento;

4. Exceso de aceite, que ensucia las bujías por formar una capa de hollín al quemarse.

En consecuencia, es preciso saber distinguir entre las verdaderas averías del sistema de ignición, debidas a la parte eléctrica, y las que se originan por causas de mal funcionamiento del motor de explosión.

77. Probador de averías del sistema de ignición

Si tenemos en cuenta que el 35 % de las averías que puede tener un automóvil son debidas a fallas del equipo eléctrico, y que de éstas más de la mitad corresponden al sistema de ignición, se comprende la importancia que tiene disponer de un probador simple que nos permita localizar la avería rápidamente.

El probador consiste en una bobina elevadora de voltaje del tipo Ford, a la cual se aplican cuatro terminales de lámina flexible para mayor comodidad al hacer las conexiones. La figura 71 representa el aspecto de la bobina ya lista para servir como instrumento de comprobación.

Para construir este comprobador con una bobina Ford, efectúe las siguientes operaciones:

a) Limpie con sumo cuidado los contactos del interruptor con papel de lija muy fino, hasta dejarlos bien pulidos;

b) Limpie bien los cuatro terminales de lámina flexible también con papel de lija;

c) Una vez limpios los terminales, con un soldador bien caliente aplique una gota de estaño para que queden bien estañados, evitando con ello que se oxiden;

d) Suelde ahora los terminales estañados en sus respectivos sitios, cuidando de efectuar la soldadura con rapidez, aplicándole en seguida un trapo mojado para evitar que el calor se propague al bobinaje, lo cual ocasionaría una destrucción del aislamiento;

e) Es conveniente, siempre que haya usado el probador, hacer un corto circuito con un destornillador o cual-

quier objeto metálico entre los contactos 3 y 4; esto permite que se descargue el condensador, evitando que una elevada presión eléctrica actúe entre los devanados primario y secundario. Así se evita un peligro para el operador y, a la vez, que el aislante interpuesto entre ambos devanados no tenga que resistir tal presión.

Este sencillo probador, cuya aplicación veremos en el transcurso de este capítulo, debe llevarse en el cajón de las herramientas, cuidando de envolverlo con un trapo o, lo que es mucho mejor, tenerlo en una cajita de madera.

78. Averías en las bujías

Todo el sistema de ignición tiene por objeto producir y enviar a las bujías la corriente de alta tensión en el instante en que debe producirse la ignición de la mezcla; la bujía es, por lo tanto, el punto culminante del sistema.

Las fallas que pueden presentar las bujías son debidas a una o varias de las causas siguientes:

a) **Carbonización de los contactos y del cuerpo de la bujía.** Obstruye el paso de la corriente de alta tensión y hace fallar la producción de las chispas.

b) **Distancia exacta entre los electrodos.** Debe ser adecuada a la presión de la mezcla en el cilindro y a la tensión del secundario de la bobina; de lo contrario, la ignición no puede producirse, fallando la combustión de la mezcla, o sea, falla el cilindro en cuestión.

c) **Porcelana rota.** Ocasiona un paso a la corriente de alta tensión, derivándose a la masa metálica del motor, sin aplicarse a los terminales de la bujía; la consecuencia es evidente: la chispa no salta entre los dos electrodos y, por lo tanto, no se genera la ignición de la mezcla.

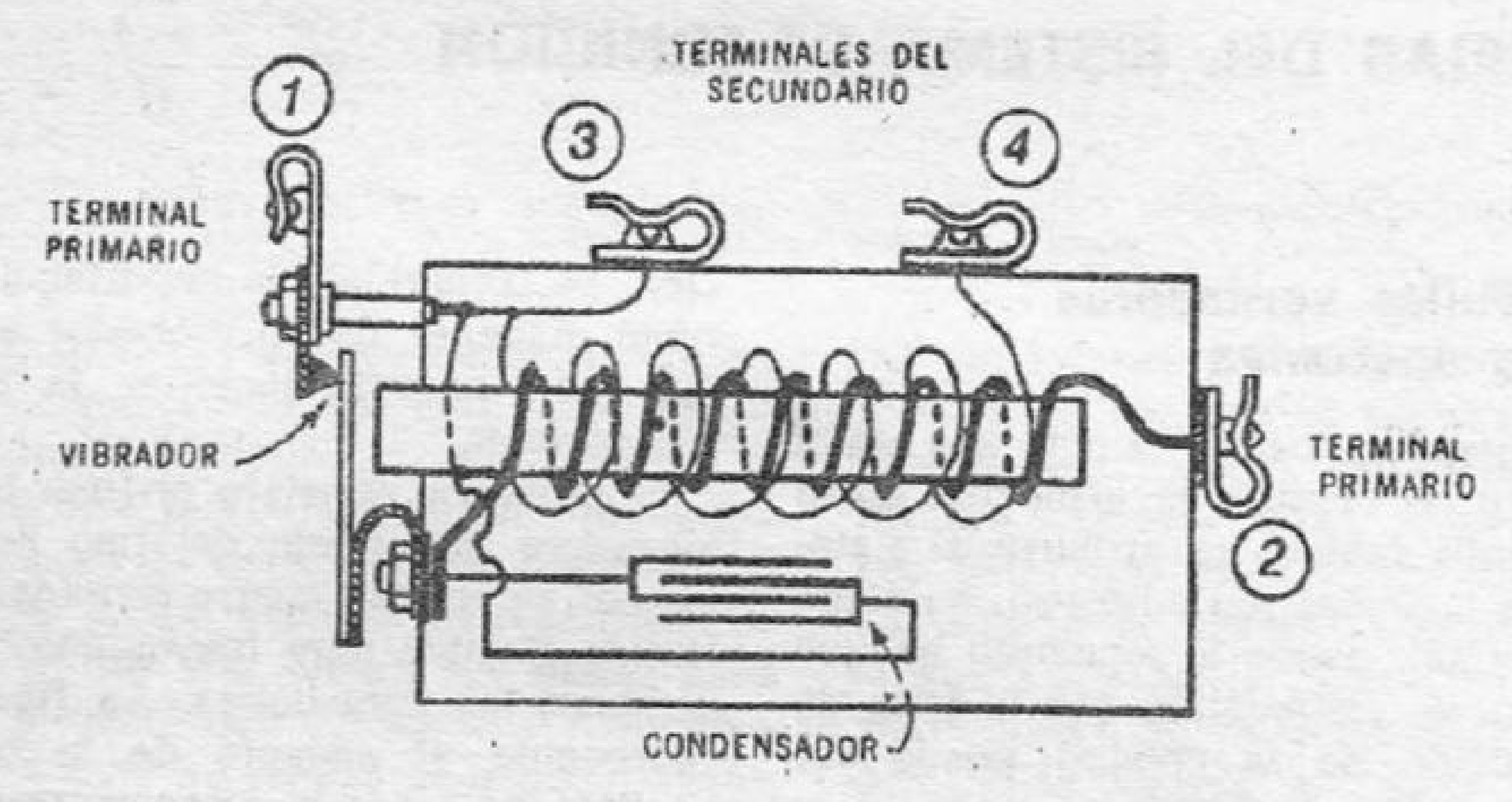


Fig. 71. Bobina de prueba para localizar las fallas de los circuitos de alta tensión.

d) **Instalación inadecuada de la bujía.** Puede producir la chispa sin que se inicie la ignición de la mezcla. Esto sucede si la punta de los contactos está alojada en una cavidad, donde quedan residuos de gases quemados que dificultan la ignición de la mezcla nueva, o bien si la bujía sobresale demasiado y la acción de la alta temperatura que reina en la cámara hace que el extremo de la bujía adquiera temperaturas tan elevadas que produzca una ignición prematura de la mezcla.

e) **Tipo inadecuado de bujía.** En realidad, cada motor requiere un modelo especial de bujía que produzca la chispa según las condiciones de funcionamiento: grado de compresión, velocidad, etcétera. Si no se selecciona debidamente (debe ser siempre el

modelo que emplea el constructor del automóvil), el motor funcionará mal.

f) **Construcción defectuosa.** Origina un mal funcionamiento de la bujía, que repercute en fallas de ignición en el cilindro en que está instalada.

79. Cómo se prueba una bujía

Las condiciones de alta temperatura y fuertes presiones que se producen en la cámara de combustión hacen que las bujías se vean sometidas a un trabajo rudo, que origina fallas en su funcionamiento. Para comprobar su estado es necesario que la bujía se coloque en idénticas condiciones de funcionamiento que cuando está en el cilindro, de lo contrario, las pruebas no tienen valor práctico.

En efecto, la chispa no debe producirse a la presión atmosférica, sino a una presión de muchas atmósferas y, además, sometida a la acción de los gases resultantes de la combustión; ambas condiciones obstruyen la chispa.

Luego, las comprobaciones que se hagan de las bujías deben ser hechas estando instaladas y funcionando el motor, a menos de situar la bujía en condiciones similares, utilizando aparatos de comprobación adecuada. Sacar la bujía y hacer saltar chispas en el aire no demuestra nada; puede que funcione bien en estas condiciones y luego, colocada en el cilindro, falle su funcionamiento.

Las comprobaciones pueden efectuarse en este orden:

a) Ponga el motor de explosión en marcha, funcionando lentamente; acercando el oído, repare cuál es el cilindro que falla (acerca de este punto vea el parágrafo siguiente);

b) Tome un destornillador por el mango, bien aislado, y aplique su punta, con algo de fuerza para que haga buen contacto con la superficie de la culata del block de cilindros, cerca de la bujía que se supone falla. Acerque el destornillador a la bujía, tal como lo indica la figura 72, y observe si salta la chispa entre el tornillo que aprisiona el terminal y el destornillador. Si tal no sucede, probablemente la bujía está sucia, lo cual impide que la chispa se produzca entre sus terminales.

c) Observe la chispa del caso anterior: si es ancha y fuerte, la bobina y todo el sistema elevador de tensión funciona bien; en cambio, si es una chispa pobre, hay alguna avería, que puede ser: batería descargada, contactos sucios del interruptor, alguna derivación a la masa del circuito pri-

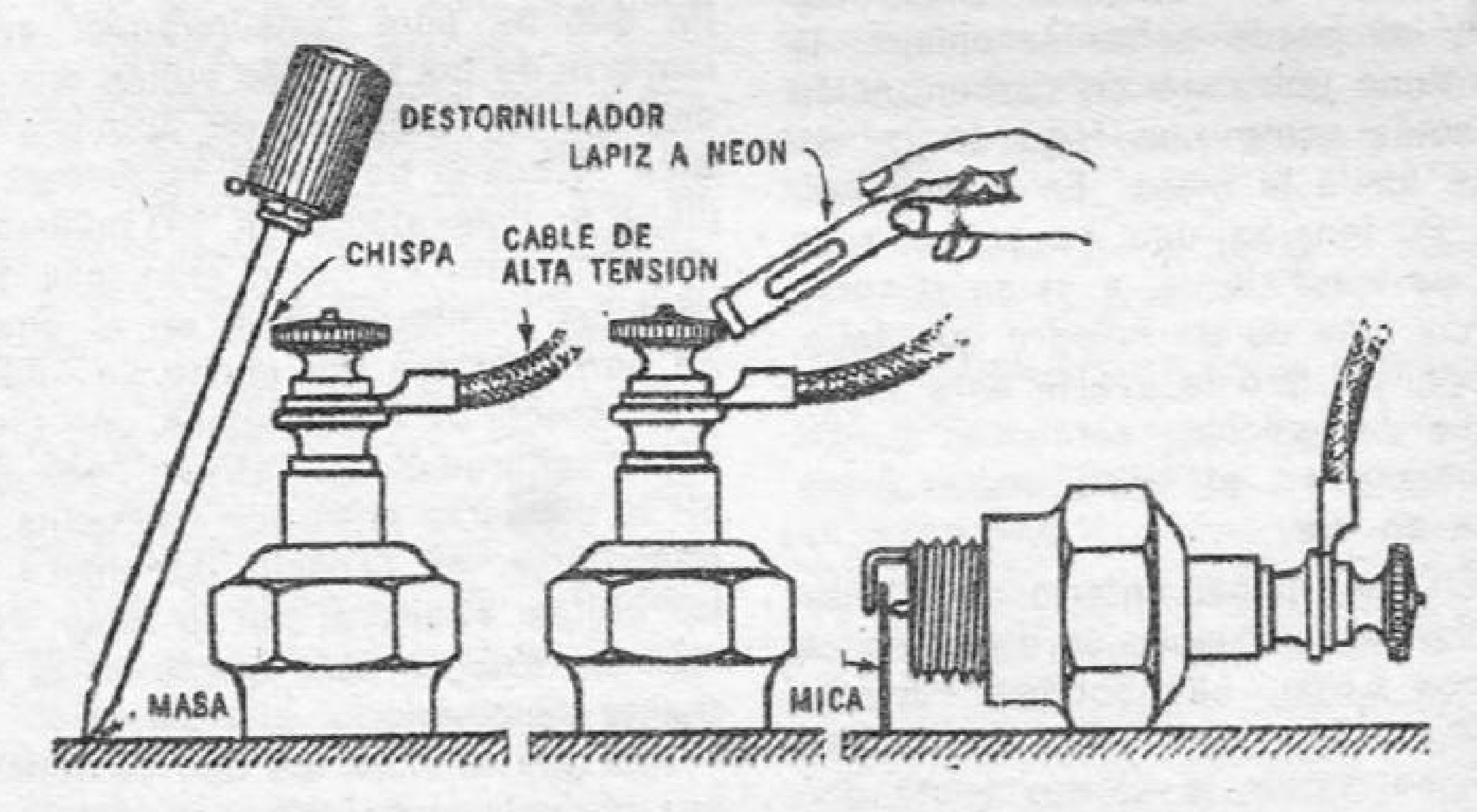


Fig. 72. Comprobación de una bujía mediante un destornillador, una lamparita de neón y una laminita de mica.

mario o del secundario, distribuidor sucio, etcétera.

d) Puede usar también, en vez del destornillador, una lámparita de neón alojada en un lápiz, según indica la figura. Este indicador de alta tensión es muy práctico y sirve, además, para seguir los otros puntos del circuito y ver adónde no llega la corriente.

e) Pare el motor. Saque la conexión del cable de alta tensión de la bujía que se supone es defectuosa. Ponga el motor en marcha, cuidando de que este terminal quede en el aire, sin hacer contacto alguno con la masa. Tome el cable en cuestión y acérquelo al tornillo de la bujía, en el mismo sitio donde acercó el destornillador o aplicó el lápiz a neón. Si no se producen chispas, el defecto está en el circuito de alta tensión, a partir del distribuidor: cable con derivación a la masa, contactos defectuosos del distribuidor, etcétera. Si se produce la chispa, mire si es buena, fuerte y ancha, o, por el contrario, si es débil, pequeña. En el primer caso, el defecto es de la bujía, que tal vez tiene la porcelana rajada, con un corto circuito a la masa; los contactos están sucios y no puede saltar la chispa; la bujía tiene una capa de carbonización que actúa como una fuga de la corriente hacia la masa. En el segundo caso, la tensión que se aplica a la bujía es insuficiente, y si se observa que hay más de un cilindro que falle, es señal de que la avería está en el sistema de ignición: contactos sucios del interruptor, etcétera, según explicamos en c).

f) En las pruebas anteriores, la chispa debe saltar cuando la distancia es de unos 5 mm. Las bobinas elevadoras de voltaje producen una tensión que hace saltar la chispa hasta distancias comprendidas entre 6 y 9 mm.

g) Una vez hechas todas estas pruebas (con lo cual ya tendrá una idea del comportamiento de la bujía que se está estudiando), pare el motor, saque la bujía y coloque en su lugar otra ya probada, de la cual está seguro de su buen funcionamiento. Compare los resultados y, si son notablemente mejores, deseche la vieja.

h) Haga una nueva prueba con la bujía que se supone defectuosa. Conéctele el cable de alta tensión y déjela sobre la culata del block de los cilindros, según indicamos en la figura; intercale una lámina de mica entre los dos electrodos, de manera que queden bien aislados entre sí, y ponga el motor en marcha. Si la bujía es buena y no está sucia, debe saltar la chispa entre el electrodo central y el armazón metálico.

i) Observe ahora a ver si nota alguna línea que denote que la porcelana está rajada; a veces es microscópica y a simple vista no puede verse, siendo necesario recurrir a otras pruebas, que luego trataremos. Si la porcelana está sucia, límpiela con un trapo empapado con nafta.

j) Limpie los dos terminales, utilizando a este efecto un poco de esmeril; deben quedar sin traza alguna de carbón. Si se ha consumido la punta por efecto del chispeo, repásela bien y ajuste la distancia de chispa a la medida correspondiente al tipo de bujía que se está considerando; en la mayoría de los tipos de bujías empleadas en los motores de automóviles, esta distancia es de 25 milésimas de pulgada, equivalentes a 635 milésimas de milímetro, es decir, algo más de 6 décimas. Generalmente, en el equipo de herramientas del coche se incluye una especie de cortaplumas, con varias hojas calibradas, que sirven para ajustar la distancia entre los contactos del interruptor, el espacio de chispa de las bujías, etcétera; por lo tanto, debe saberse cuál es para usarla en el momento necesario.

Una vez limpios los dos terminales, se intercala entre ellos la lámina calibrada y con unas pinzas se dobla el electrodo curvado, de manera que guarde con el rectilíneo la distancia equivalente al espesor del calibre.

k) Una vez ajustada la distancia, vuelva a probar la bujía interponiendo entre sus electrodos la hoja de mica, según explicamos en h), siguiendo la

disposición de la figura 72: debe producirse la chispa en la forma ya explicada.

l) Tome como norma llevar siempre un par de bujías bien probadas; en caso de fallar el funcionamiento de alguna de ellas, cámbiela de inmediato por una de las nuevas.

80. Cómo se sabe cuál es el cilindro que falla

Para localizar una avería en el sistema de ignición, el procedimiento más seguro es empezar por saber cuál es el cilindro en que falla la explosión. Luego, inspeccionar la bujía; si es necesario, se comprueba el cable de alta tensión y, finalmente, el distribuidor. Por lo tanto, empecemos por el primer punto: localizar el cilindro en el cual la ignición no se produce. Le aconsejamos siga el orden siguiente:

a) Ponga el motor de explosión en marcha, manteniéndolo funcionando a muy poca velocidad; déjelo funcionando unos minutos y acostumbre el oído a su régimen de marcha.

b) Tome un destornillador con mango de madera, bien aislado, y vaya cortocircuitando las bujías una a una (fig. 72), empezando desde la más cercana al radiador. Observará que el motor sufre como un esfuerzo de frenaje cuando actúa en una bujía que funciona; en cambio, si cortocircuita una bujía que no funciona, no notará ningún efecto en la marcha del motor. Cuando encuentre una bujía así, repita la prueba varias veces para asegurarse de que efectivamente no funciona.

c) Saque todas las conexiones de los cables de alta tensión que vienen del distribuidor, excepto en un cilindro; el motor seguirá funcionando con un solo cilindro. Haga esta prueba, un cilindro después de otro, hasta que localice el que no funciona; debe haber uniformidad en la velocidad, lo contrario es señal que algo anormal hay en el cilindro para que el motor marche más despacio: mala compresión, bujía sucia, válvulas mal ajustadas, etcétera; retenga el dato para comprobaciones posteriores.

COMPROBACIONES EN EL SISTEMA DE IGNICION

81. Comprobaciones de los cables de alta tensión

Una vez que se ha comprobado que las bujías están en buenas condiciones de funcionamiento y, no obstante, se observa que falla uno o más cilindros, entonces es necesario ir retrocediendo más, probando ahora los cables que conducen la energía desde el distribuidor hasta las bujías. Para efectuar esta prueba procédase de la siguiente forma:

a) Ponga el motor en marcha, funcionando lentamente;

b) Determine el cilindro que falla, siguiendo las instrucciones anteriores;

c) Localizado el cilindro que no funciona, desconecte el cable de la bujía correspondiente y vea si salta la chispa a una distancia de 4 a 8 mm del terminal de la bujía. Si no es así, ni acercándolo a la masa del motor, es que la corriente de alta tensión no llega al terminal del cable; el defecto puede ser debido a una de las causas siguientes:

1) El cable de la bujía al distribuidor es defectuoso;

2) El distribuidor de la alta tensión está roto;

3) Los contactos del interruptor están averiados.

d) Para comprobar el cable, pare el motor y saque el cable del cilindro que fallaba en su funcionamiento. Ponga otra vez el motor en marcha y repare si su funcionamiento no ha cambiado;

e) Examine el cable que ha sacado y vea si los terminales están bien soldados o si nota alguna parte en que el aislante esté quemado o endurecido. Si no puede localizar ningún defecto, haga la prueba siguiente: utilizando el probador de averías descrito ante-

riormente, coloque el cable sobre una mesa de madera y haga contacto con la punta A en uno de los bornes, y la punta B del probador pásela a todo su largo, rozando sobre la goma aislante; si hay una falla en el aislamiento, sentirá el crujido seco de las chispas, que la mayoría de las veces se hacen visibles a través de la parte defectuosa del aislante. En la figura 73 indicamos cómo debe conducirse esta prueba: al cerrarse el interruptor, circula la corriente de una batería de acumuladores a través del primario de la bobina y funciona el vibrador, y en el secundario se genera una fuerza electromotriz de inducción que se aplica a los terminales 1 y 2, que se envía a las puntas A y B por medio de los cables P y Q, de alto poder aislante para resistir los millares de voltios que por ellos circulan.

f) Si se comprueba que un cable de alta tensión es defectuoso, no vale la pena intentar arreglarlo; cámbiese por otro nuevo.

Es, asimismo, una buena precaución llevar un cable de repuesto, sobre todo cuando se realizan viajes largos o a sitios donde sea difícil poderlos reparar.

82. Comprobación del distribuidor

Las averías que puede tener un distribuidor de la corriente de alta tensión son las siguientes:

a) La caja de baquelita se ha rajado o perforado;

b) Sobre la superficie interna se ha acumulado polvo metálico y de carbón, producido por el roce del contacto del brazo giratorio sobre los bornes o por efectos del chispeo;

c) La superficie por donde pasa el contacto giratorio del brazo se ha rebajado demasiado, debido al rozamiento;

d) Los segmentos de contacto están muy gastados;

e) La comprobación de la caja se efectúa por medio del probador ilustrado en la figura 74. Para ello se coloca una de las puntas haciendo contacto con el centro o eje de la caja; con el otro contacto se van tocando los bornes de conexión de los cables que van a las bujías. Si el aislante está en perfectas condiciones, la alta tensión generada en el secundario producirá chispas entre los dos contactos que constituyen el chispero; en

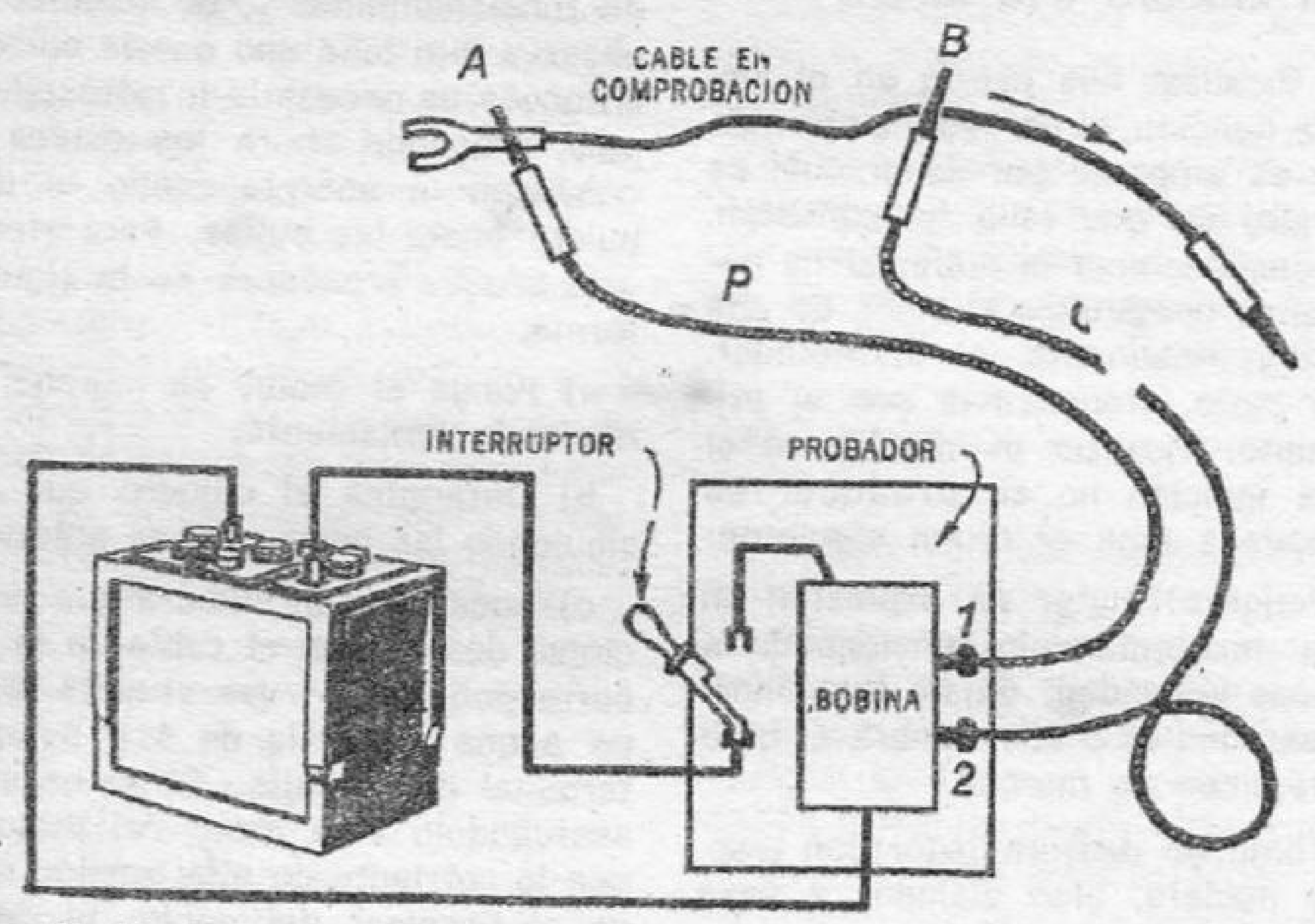


Fig. 73. Forma de comprobar un cable de alta tensión mediante el probador.

cambio, si está perforada o rajada, a través de este paso saltará la chispa. También hay que probar el brazo giratorio; haciendo contacto en el centro, o sea, en la parte metálica, y se pasa la otra punta por toda la superficie de la parte aislante para ver si hay escape de corriente. Si hay perforación o rotura, hay que reemplazar la parte averiada por otra nueva.

f) Cada 1 500 km de recorrido del coche debe limpiarse el distribuidor. Con el motor parado, se saca la tapa y, si es necesario, se desmonta el brazo del distribuidor, limpiando cuidadosamente la tierra que puede haberse acumulado, así como el polvo metálico y de carbón que se ha producido por el roce del contacto del brazo con los bornes o por el chispeo, según sea el tipo de distribuidor empleado. Esta limpieza debe hacerse con un trapo bien limpio, humedecido con nafta, cuidando que todo esté bien seco antes de cerrar la tapa. En los distribuidores de chispa hay que tener cuidado de que haya una buena ventilación en la cámara formada por el distribuidor propiamente dicho y la tapa. En efecto, la acción de la chispa produce una gran cantidad de ozono que ataca las sustancias componentes de la baquelita, cuyo resultado es la formación de ácido nítrico que corroe los terminales;

g) En la mayoría de los casos no es posible ningún arreglo, siendo necesario colocar piezas nuevas.

83. Comprobación de la bobina

La manera más sencilla de saber si la bobina elevadora de tensión está en buenas condiciones de funcionamiento consiste en fijar dos trozos de alambre en sus bornes secundarios, cuyas puntas estén separadas unos 6 a 7 mm; abriendo y cerrando el circuito primario, debe saltar entre los dos alambres una chispa fuerte. Si no se produce, la causa puede residir en que los devanados de la bobina (primario y secundario) tengan una rotura o cruce, corto circuito del condensador, rotura de la resistencia limitadora, pérdida del poder aislante.

Se comprueba si el primario está roto cerrando sus bornes a través de una batería de acumuladores e inter-

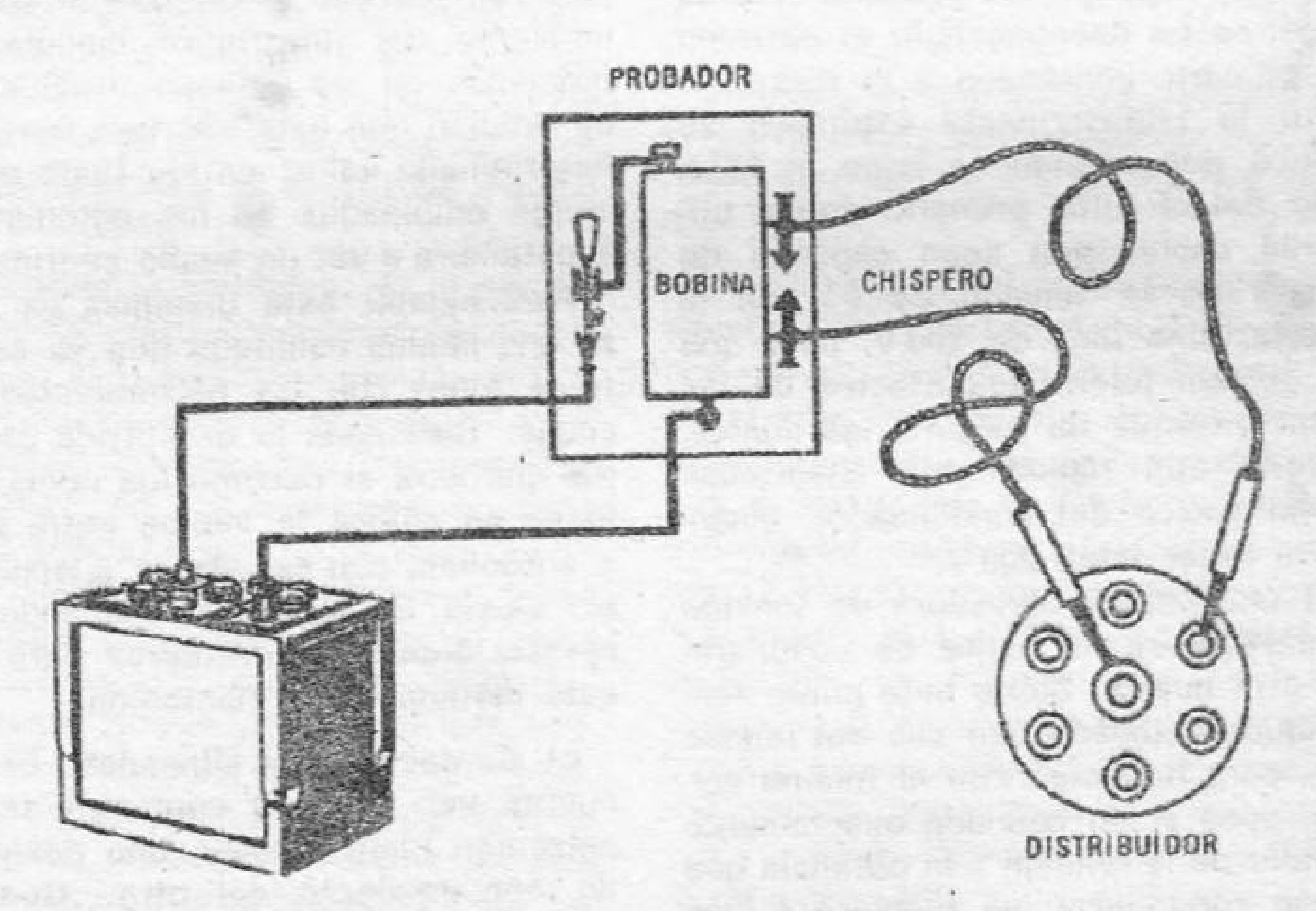


Fig. 74. Cómo se utiliza el probador para comprobar el estado de un distribuidor.

calando una lámpara, en serie, de 6 V. Si se enciende, el circuito está bien; de lo contrario, está abierto.

El secundario se comprueba en igual forma, sólo que por la elevada resistencia de este circuito es mejor utilizar un instrumento de medición (un amperímetro de escala muy reducida).

El aislamiento del primario se prueba con la corriente de la línea del alumbrado, tanto si es alterna como continua. Se hace un probador de lámpara para el voltaje disponible, consistente en un enchufe, un portalámpara, intercalado en serie con uno de los dos conductores, y los terminales de los dos cables, con excelente aislamiento, que terminan con dos puntos de contacto. Se apoya una de las puntas en un borne del primario (el que no tiene contacto a la masa) y la otra en la masa; si la lámpara se enciende, es que hay un paso de corriente, indicando el brillo de la lámpara el grado de fuga que se produce. Desde luego, se ha desconectado el extremo del primario conectado a la masa.

Por lo anteriormente explicado se deduce que cuando se hace el bobinado del circuito primario deben utilizarse cables que sean capaces de resistir no la tensión de 6 V de la batería, sino más de 200 V, para que así puedan tolerar los efectos de las extracorrientes de ruptura, las cuales, aunque son rápidamente absorbidas por la acción del condensador, alcanzan a tener unos 200 V.

Si una bobina elevadora de tensión es defectuosa, lo mejor es cambiarla por otra nueva. Sobre este punto tenga mucho cuidado que sea del mismo tipo, para funcionar con el mismo voltaje, pues si no coincide exactamente el valor de la tensión y la potencia que puede suministrar, no funcionará bien todo el sistema de ignición.

84. Comprobación del interruptor

Si fallan las explosiones (no en un determinado cilindro, pues entonces la causa reside en la bujía, en el borne del distribuidor correspondiente a este cilindro o, quizás, en el cable) la causa reside en el interruptor del circuito primario. Las averías que puede presentar son los siguientes:

a) **Contacto del interruptor.** Por la acción de su incesante funcionamiento, sus superficies se estropean y desigualan; el remedio consiste en pasar una tira de papel de lija muy fina, del tipo 00, entre los contactos cuando éstos están juntos. De esta manera se consigue que las dos caras queden paralelas y los contactos cortados a bisel, es decir, perpendiculares. Si las puntas de platino o tungsteno ya están destruidas, hay que reemplazarlas por otras nuevas. No es necesario que queden planas y bien iguales.

b) **Mal ajuste de los contactos.** El movimiento giratorio de la excéntrica hace que los dos contactos de ruptura del circuito primario pasen de la posición de estar unidos a la de una separación máxima. Para que el funcionamiento del interruptor cumpla sus funciones en las óptimas condiciones, es preciso que esta abertura tenga un determinado valor; en los tipos usualmente empleados en los automóviles acostumbra a ser de medio centímetro.

Para ajustar esta distancia se utiliza una lámina calibrada que ya se entrega junto con las herramientas del coche. Se coloca la excéntrica de forma que abra al máximo los contactos, luego se coloca la lámina entre ellos y entonces, con las llaves adecuadas, se ajusta la distancia, cuidando de apretar bien la contratuerca para que esta distancia sea mantenida.

c) **Contactos mal alineados.** Es frecuente ver que los contactos no se enfrenten bien, estando uno desplazado con respecto del otro. Generalmente, esto es debido a que el soporte de la palanca se ha desplazado algo, siendo necesario corregirlo, ya que esto ocasiona una disminución del área de contacto y, en consecuencia, un aumento de densidad de la corriente que pasa por el interruptor.

d) **Poca tensión del resorte.** Para comprobar si la tensión del muelle es

adecuada se utiliza un dinamómetro. Aunque hay que seguir las instrucciones del fabricante, esta presión debe estar comprendida entre 450 y 550 g; medio kilogramo es el promedio adecuado.

e) **Fibra gastada.** Si el apéndice de fibra fijo al brazo se ha gastado, debido al incesante rozamiento de la excéntrica, los períodos de apertura del circuito primario son inadecuados. Es necesario colocar una nueva pieza de fibra o, en ciertos casos, cambiar el interruptor, sobre todo si el soporte de la lámina está torcido.

f) **Excéntrica floja.** Su efecto es desplazarse en el sentido contrario al de la rotación de su eje, retrasando el instante de la apertura del circuito primario de la bobina y, por ende, el de la producción de la chispa en los cilindros. Cuando observe que el motor da poca potencia y, además, que los cilindros se calientan excesivamente, inspeccione la excéntrica, que casi seguro se ha aflojado y desplazado. No queda otro recurso que colocarla bien y volver a ajustar el ángulo de avance de la explosión.

g) **Cojinetes gastados.** Si el eje del distribuidor gira sobre cojinetes que no estén bien ajustados, resulta un juego excéntrico que da por efecto inseguridad en los instantes de producirse la ruptura de los contactos y, como consecuencia, fallas en la ignición.

Los cojinetes en cuestión no deben lubricarse con exceso, pero sí cada 1 000 km de funcionamiento del coche, empleando aceite de la más alta calidad: basta media docena de gotas. Debe evitarse el exceso de lubricación, pues entonces el aceite ensucia los contactos y produce, al recubrir las superficies de materia aislante, una fuga al paso de la corriente.

85. Comprobación del condensador

Las fallas en el sistema de ignición son debidas muchas veces al mal estado del condensador que está conectado entre los bornes del interruptor para absorber la extracorriente que se produce en el instante de la ruptura. Esta tensión es de unos 200 V y, en consecuencia, el condensador tiene que absorber estos impactos eléctricos en una forma similar a los que recibe un grifo de agua cuando se cierra abruptamente. Esto hace que el condensador pueda sufrir ciertas averías.

Cuando el condensador no cumple su misión, los síntomas aparentes son que en los contactos del interruptor se producen fuertes chispas, desgaste prematuro del platino o tungsteno y producción de una chispa pobre en el secundario, con muchas fallas en las bujías. Si observase estos efectos, el condensador puede tener alguna de las siguientes averías:

a) Fugas por perforación del dieléctrico, mala construcción, etcétera;

b) Cortocircuito entre los dos grupos de láminas que constituyen el condensador;

c) Circuito abierto, que generalmente es la rotura del conductor que conecta uno de los dos grupos de láminas

a) **Comprobación de las fugas de corriente.** Si el sistema entre las láminas del condensador es deficiente, la carga eléctrica fluye a través de él, descargándose. Para comprobar hasta qué punto guarda la carga un condensador puede hacerse la siguiente prueba: 1) efectúe el montaje indicado en la figura 75, que consiste en sacar una derivación de la línea de corriente continua, interponiendo un interruptor bipolar y una lámpara de la tensión del sector, que puede ser de 110 V, 125 V o hasta 220 V; este último voltaje es mejor para hacer la prueba, porque en los bornes del interruptor (que es donde está conectado el condensador), al producirse la ruptura del circuito primario, aparece una extracorriente que es de esta magnitud; 2) se cierra el interruptor durante unos 5 segundos para que el condensador quede bien cargado; luego se abre, dejándose así unos 10 segundos, al cabo de cuyo tiempo, haciendo un cortocircui-

to con las dos puntas, debe aparecer una chispa fuerte; si no es así, la carga que comunicamos al condensador al conectarlo con la línea se ha perdido a través del aislante, es decir aquél tiene fugas muy grandes que lo hacen inservible.

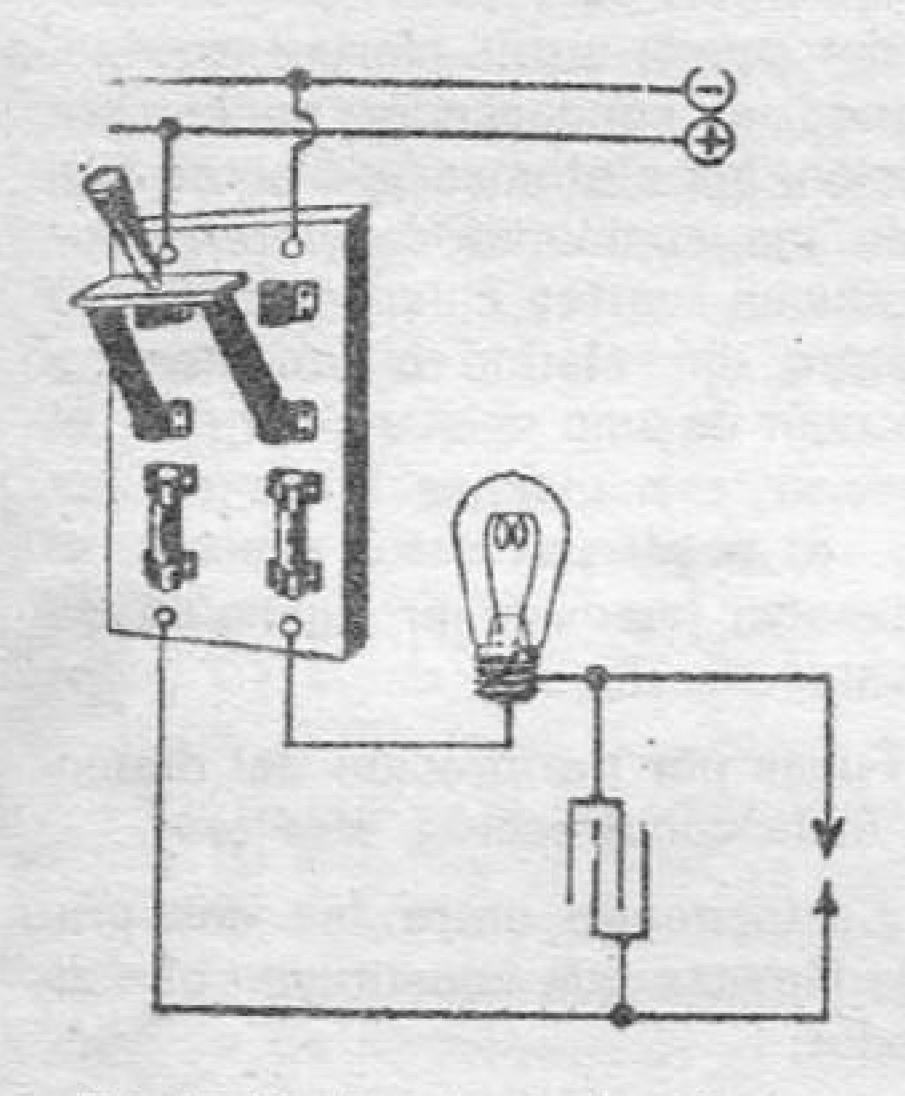


Fig. 75. Prueba de condensadores con corriente continua empleando una lámpara: si se enciende, es señal evidente que el condensador está averiado, en cortocircuito.

Otro procedimiento de probar las fugas de corriente de un condensador consiste en utilizar el mismo interruptor del caso antes mencionado, con la diferencia que ahora emplearemos un voltímetro en lugar de la lámpara. Este instrumento de medición debe ser de una escala capaz de medir toda la tensión de la línea, por lo tanto, si el sector es de 110 V o de 125 V, conviene que su escala alcance hasta 150 V; si la línea da el fluido eléctrico a 220 V, conviene que la escala sea de 250 V. Una vez conectados el condensador y el voltímetro, se cierra el interruptor; en el preciso instante del cierre, la aguja acusará una desviación brusca, para volver luego al cero, donde, en caso de que el condensador sea bueno, debe permanecer durante todo el tiempo que se tenga conectado. Si tiene fugas de corriente, el voltímetro señalará un cierto valor, que indicará, precisamente, el grado de su defectuosidad; si marca cero, es perfecto, y si marca la tensión de la línea, es señal de que hay una cortocircuito entre las dos armaduras del condensador, siendo en este caso totalmente inútil.

b) **Condensador en cortocircuito.** La prueba de que la lámpara se enciende al cerrar el interruptor es señal que las corrientes de fuga del condensador son muy considerables, pudiendo llegar el caso extremo de ofrecer un paso franco a la corriente aplicada en sus dos armaduras; en este caso se dice que el condensador está cortocircuitado.

La prueba de la lámpara es puramente cualitativa, es decir, revela si el condensador es bueno o malo; en cambio, la comprobación del voltímetro es cuantitativa, o sea que mide la cantidad de la corriente de fuga. Una corriente de escape débil no es acusada por la lámpara, mientras que el voltímetro sí la acusa. Por esto es preferible la comprobación con el voltímetro (fig. 76).

c) **Condensador abierto.** Cuando la corriente de carga no llega a las armaduras de un condensador, se dice que está abierto.

En efecto, haciendo la prueba con el voltímetro (fig. 76), si el condensador está abierto, empezaremos por ob-

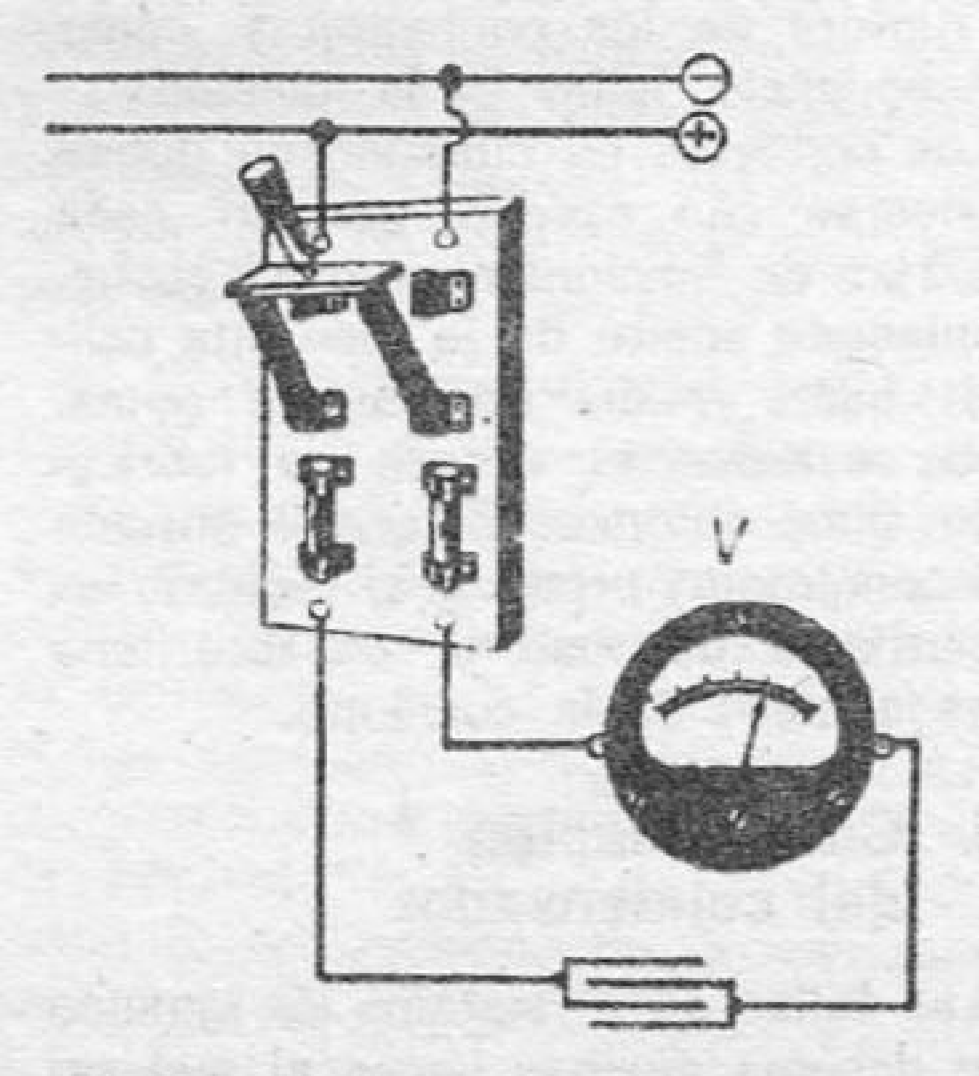


Fig. 76. Prueba de un capacitor con un voltímetro: sus indicaciones son más valiosas porque indican el grado de aislamiento del dieléctrico.

servar que la desviación brusca de la aguja que acusa todo condensador en buen estado no se produce; además, como no ha recibido carga alguna, por estar interrumpido el circuito, resulta que al hacer la prueba de la descarga, uniendo las dos puntas, no se produce ninguna chispa.

La rotura acostumbra a estar en el mismo borne de contacto, siendo relativamente fácil arreglarlo si se tiene habilidad manual.

d) **Prueba por sustitución.** La forma más rápida de saber si el condensador está averiado consiste en reemplazar el condensador sospechoso por otro que se sabe positivamente que es bueno; si desaparece el chispeo, es señal de que el condensador debe ser reemplazado.

Asimismo, si se observa con un condensador que se ha comprobado que es bueno y, no obstante, se produce chispeo entre los bornes del interruptor, entonces conviene conectar un segundo condensador, probadamente bueno, en paralelo con el ya existente; si la chispa desaparece totalmente, prueba que el condensador que hay instalado en el interruptor es de capacidad insuficiente para absorber la extracorriente que se genera en el devanado primario en el instante de la apertura de los contactos del interruptor. Cámbielo por otro de capacidad adecuada, doble o triple.

Los condensadores deben manejarse con mucho cuidado, pues si quedan cargados e inadvertidamente se tocan los dos bornes, puede recibirse una descarga eléctrica sumamente fuerte. Por esto, le recomendamos que antes de manipularlos haga que sus armaduras o bornes se cortocircuiten mediante un trozo de alambre o cuerpo metálico cualquiera, que cuidará de sostener mediante un aislante; de esta manera se descargará y no ofrecerá ningún peligro.

86. Comprobación de la resistencia

En serie con el primario de la bobina elevadora de tensión hay una resistencia que limita la intensidad de la corriente que fluye por este circuito. Sucede que esta resistencia se inutiliza por quemarse o por romperse, lo cual suele suceder en el punto de unión con los tornillos terminales que la sujetan.

Su comprobación es inmediata, casi palpable: se tocan los extremos a ver si están bien fuertes, a menos que no se vea directamente que está quemada. De todas formas, conviene cerciorarse aplicando entre sus bornes las puntas del comprobador de 6 V y ver si la lamparita se enciende; en caso afirmativo, la resistencia es buena; en cambio, si no se enciende, está roto el circuito.

No debe intentarse arreglar estas resistencias, sino reemplazarlas por otra nueva. En caso de emergencia, en carretera, si sólo se ha roto, estírela y apriétela con el tornillo terminal. Si se hubiese quemado, entonces haga un cortocircuito entre los dos tornillos terminales con un trozo de alambre, pero repóngala en el primer garage o estación de servicio que encuentre, pues en estas condiciones por el primario circula una corriente excesiva que se traduce por una tensión exagerada en el secundario, que es perjudicial a todo el sistema de ignición: los contactos del interruptor se desgastan y las bujías reciben demasiada presión eléctrica.

Cuando encuentre esta falla, revise o haga revisar el regulador de la dínamo: se produce demasiada tensión. De inmediato, compruebe si la batería tiene las conexiones bien apretadas y libres de óxido, puesto que, si además del exceso de presión eléctrica de la dínamo actúa una resistencia en el circuito de carga de la batería, puede resultar un exceso de corriente que deteriore los devanados de la bobina elevadora de tensión.

87. Comprobación del avance de la chispa

Si al poner el motor en marcha se observa que las explosiones lo hacen retroceder, la chispa tiene un exceso

de avance; en estas condiciones, si el coche marcha a poca velocidad, se observará que tiende como a querer saltar.

Si se retrasa la chispa, entonces el motor se calienta en exceso, manifestando la cantidad de energía térmica que no es aprovechable: la potencia es más reducida.

Desde luego, en los coches modernos, con reguladores automáticos, este inconveniente no existe; pero si tiene un coche con mando manual de avance, tenga en cuenta las observaciones anteriores.

88. Preignición

Este efecto consiste en que se producen las igniciones de la mezcla antes del momento preciso, es decir, sin que todavía se haya producido la chispa en la bujía.

Este fenómeno debe ser cuidadosamente observado y remediado, pues motor) se producen combustiones de la mezcla, esto origina una contrapresión que resta energía.

Las causas que pueden originar la ignición prematura son: depósito de partículas de carbón en la cámara de compresión, en el fondo del pistón, en los ángulos de los asientos de las válvulas, etcétera. Estas partículas se mantienen encendidas durante una fracción de segundo después de haber ocurrido una ignición, tiempo que a veces es suficiente para alcanzar un nuevo período de funcionamiento del motor y, al empezar a comprimirse la mezcla, provocar la explosión de la misma.

El remedio consiste en hacer limpiar la culata, los pistones, etcétera, de la carbonilla depositada, cosa que debería hacerse cada 1 000 km de recorrido, sin esperar a que ocurran estas manifestaciones de mal funcionamiento.

Si la ignición prematura sigue manifestándose después de haber limpia-

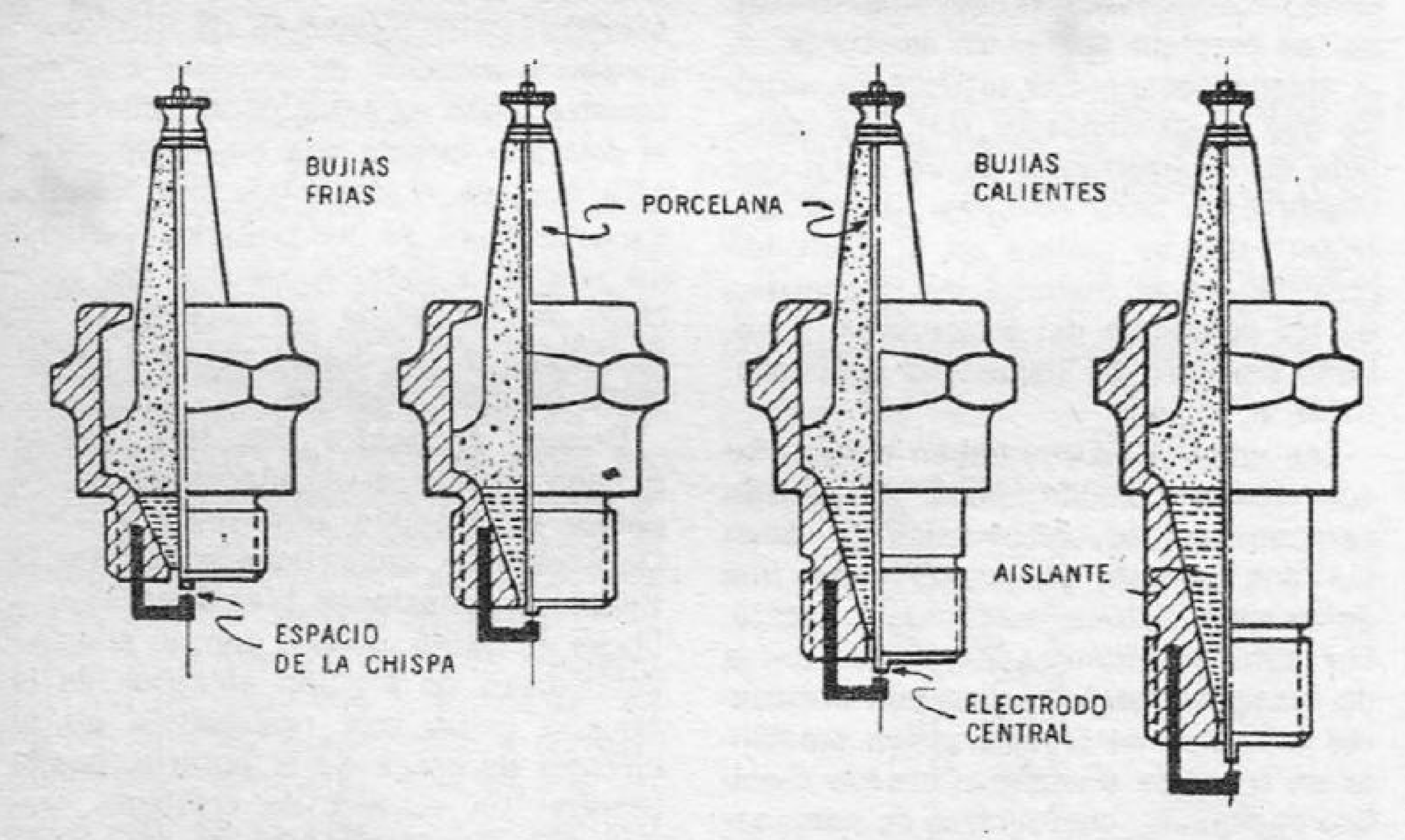


Fig. 77. Diferentes tipos de bujías empleadas en los motores de explosión. Pueden clasificarse en frías, semifrías, semicalientes y calientes.

casi siempre se produce cuando el coche efectúa mucho trabajo: subir una fuerte pendiente o marchar a poca velocidad. Es comprensible que si en tales circunstancias (que es cuando más se necesita la potencia del do el motor, entonces observar si la bujía es la causante; puede que sea demasiado larga y, al estar expuesta directamente a la combustión de la mezcla, conserva una temperatura tan elevada que ocasiona la inflamación

prematura al efectuarse el período de compresión del ciclo siguiente.

Para evitar el inconveniente de que la bujía conserve demasiado la temperatura, se construyen diversos modelos, de distintas longitudes, de manera que puedan disipar con más facilidad el calor al exponer al aire una superficie mayor. En la figura 77 represento cuatro tipos de bujías, las dos de la izquierda son del tipo denominado "frío", siendo de corta longitud; las dos de la derecha son del tipo llamado "caliente", siendo su cuerpo más largo para distribuir mejor el calor. Obsérvese que la porción superior de la bujía (porcelana) es de iguales dimensiones en los cuatro modelos representados.

Siempre que tenga dificultades en el fenómeno de la preignición, pruebe de adoptar bujías adecuadas; en muchos casos basta esto para que el inconveniente desaparezca.

Capítulo XI

IGNICION DE ARRANQUE DE LOS SEMIDIESEL

89. Consideraciones generales

Los motores diesel tienen la cámara de combustión formada por el espacio comprendido entre la culata del cilindro y el fondo del pistón; este espacio es de un volumen muy reducido, y al llegar el pistón en el punto superior de su carrera, al final del período de compresión, reina una presión de unas 40 atmósferas, lo cual ocasiona que el aire así comprimido tenga una temperatura suficiente para producir la inflamación del combustible líquido, introducido por medio del inyector a una presión de 60 a 80 kg por centímetro cuadrado, forzándolo dentro de la cámara de compresión. La combustión se produce espontáneamente y se inicia el período motriz del funcionamiento del motor diesel.

En los motores llamados semidiesel hay una precámara, en la cual se produce la inflamación del combustible líquido, introducido también por medio de un inyector, pero sólo a una presión de unos 40 kg por centímetro cuadrado, debido a que la compresión del aire se efectúa entre 18 y 25 atmósferas, según el tipo de motor. Debido a estas relativamente bajas presiones, el semidiesel produce menos ruidos, trabajá con menos trepidaciones y funciona silenciosamente; además, permite construir motores de paredes más delgadas y órganos más livianos, es decir, adaptables a vehículos automotores, resolviendo así un importantísimo problema de combustible, pudiendo emplear combustibles menos refinados para la tracción mecánica.

El inconveniente del semidiesel reside en que, teniendo una superficie mayor en contacto con el agua de refrigeración, la cámara de combustión (por sus paredes exteriores) no se pone espontáneamente en funcionamiento, como en el motor diesel, siendo necesario para ello colocar en la precámara de combustión un dispositivo térmico que inicie la ignición del combustible al ser introducido por el inyector. La figura 78 ilustra la disposición de la precámara de los motores

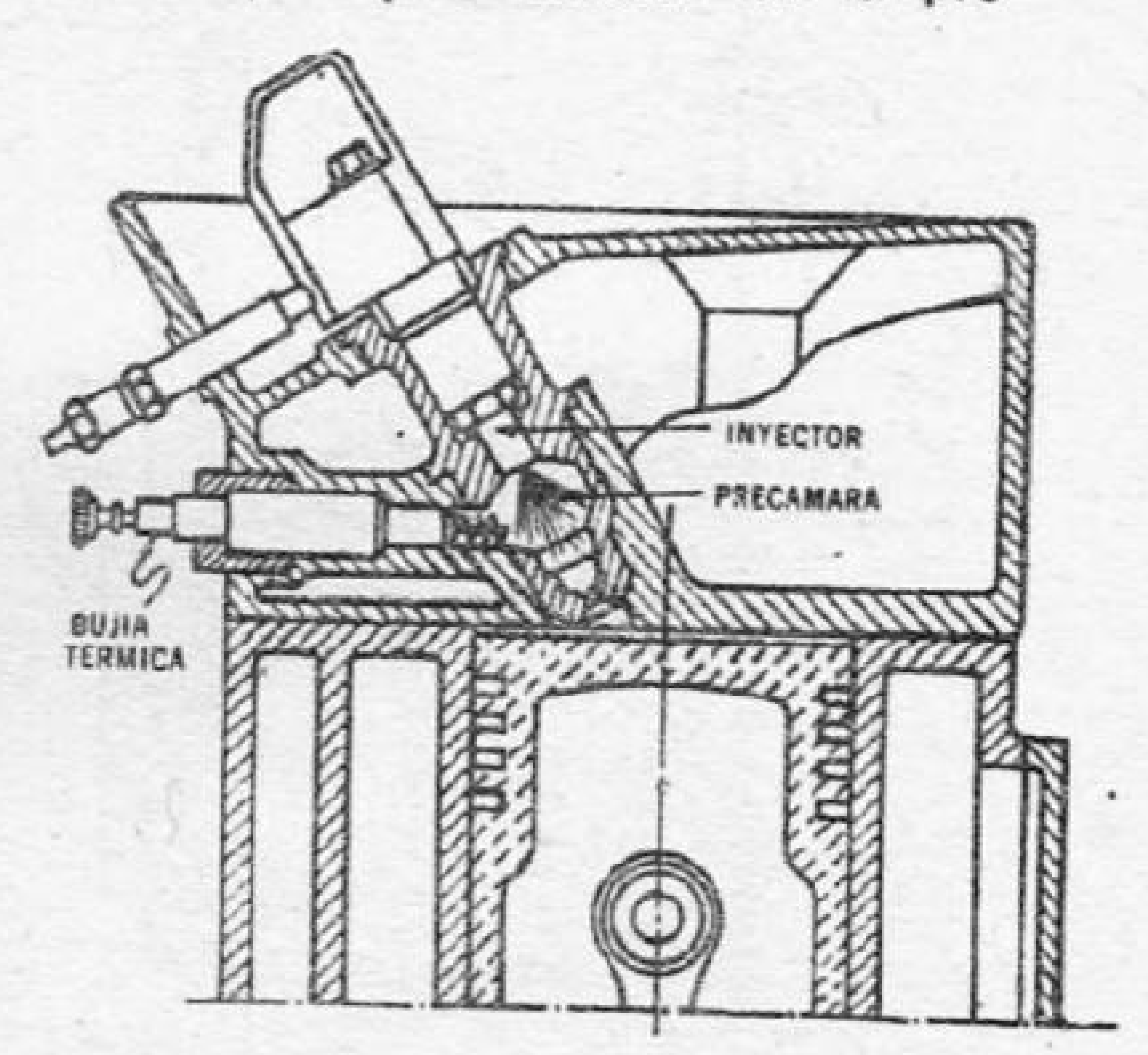


Fig. 78. Aspecto de una bujía térmica monopolar utilizada en los motores diesel rápidos: la espiral térmica permanece incandescente durante el período de puesta en marcha del motor.

semidiesel Mercedes Benz adaptados a la tracción mecánica, donde podemos ver que el dispositivo térmico consiste en un calefactor cuya forma externa es bastante semejante a las bujías de los motores de explosión. Estos calefactores se denominan bujías de caldeo y están compuestos de unas pocas espiras de alambre de acero, recorridas por la corriente de la batería del coche; se colocan lo más cerca posible de la salida del inyector para que, al proyectarse el combustible y tocar éste las espiras al rojo, se inflame, iniciando así la combustión.

Cuando el motor ya está en marcha, se interrumpe el circuito de las bujías de caldeo, pues al cabo de unas cuantas explosiones ya reina una temperatura tan elevada en la precámara que la ignición automática se efectúa tan pronto el inyector introduce el combustible.

El uso de la precámara de combustión ha permitido utilizar un ciclo mixto que produce la inyección y la expansión a presión y volumen variables, y, además, obtener un efecto turbillonario, disminuyendo así, o suprimiendo, las detonaciones al producirse la inflamación del combustible. Gracias a estas diferencias con el motor diesel, ha sido posible construir motores más ligeros, adaptables a la tracción pesada y media, y hasta a automóviles, cuyo peso bruto es de unos cuantos centenares de kilogramos solamente.

Respecto de las bujías térmicas, necesarias para la puesta en marcha de los motores semidiesel, exteriormente tienen la forma de las bujías de los motores que funcionan según el ciclo de Beau de Rochas, es decir, con una mezcla de aire y gasolina, dosificados y mezclados por medio de un carburador. En cuanto al funcionamiento de estas bujías térmicas, es totalmente distinto, pues así como las bujías usuales producen chispas eléctricas a tensiones de unos 20 000 V y sólo durante una fracción de un centésimo de segundo, los calefactores (bujías térmicas) empleados en los motores semidiesel funcionan sin interrupción durante toda la puesta en marcha del motor, es decir, el tiempo que tarda el volante en dar unas cuantas vueltas; después se interrumpe su funcionamiento por ser ya innecesarios.

En resumen: 1) los motores diesel (sin precámara) se ponen en funcionamiento sin auxilio exterior de ninguna clase; 2) los motores semidiesel (con precámara) necesitan bujías de caldeo; 3) la corriente que circula por estas bujías no se interrumpe mientras se pone en marcha el motor, interrumpiéndose cuando ya se ha iniciado.

90. Bujías térmicas

Su órgano esencial es el dispositivo térmico, formado por dos o tres espiras de hilo de acero especial, de sección cilíndrica o de sección rectangular retorcida, cuyos dos extremos se conectan a la batería del vehículo a través de un interruptor al alcance de la mano del conductor.

Estas bujías térmicas se construyen de dos tipos: monopolares y bipolares, notablemente diferentes entre sí.

Bujías monopolares. Su sección longitudinal y aspecto exterior se indican en la figura 79. Podemos ver que un extremo del elemento calefactor se conecta a una pieza roscada que hace contacto con el bloque de los cilindros (contacto a masa), mientras que el otro extremo va soldado a un casquillo interno, aislado del cuerpo exterior de la bujía, de manera que termina en un tornillo garfilado, en la parte superior de la bujía, al cual se conecta el cable procedente de la batería. De esta forma se aplica a la espiral la corriente eléctrica que la caldea.

Las bujías monopolares, construidas al principio para funcionar a 6 V y 12 V, y más tarde para 2 V, no resisten muy bien las trepidaciones, vibraciones y las temperaturas de la precámara de combustión, todo lo cual hace que sean un órgano delicado, un punto débil en el funcionamiento del motor durante el período de su puesta en marcha.

Las bujías monopolares se conectan en paralelo entre sí, una para cada cilindro (fig. 80), siendo su consumo de 18 A para las bujías de 6 y 12 V, y de 30 a 40 A para las de 2 V. Estando todas las bujías conectadas en paralelo, aunque falle alguna, las restantes siguen funcionando, lo cual dificulta la localización de la que se ha estropeado.

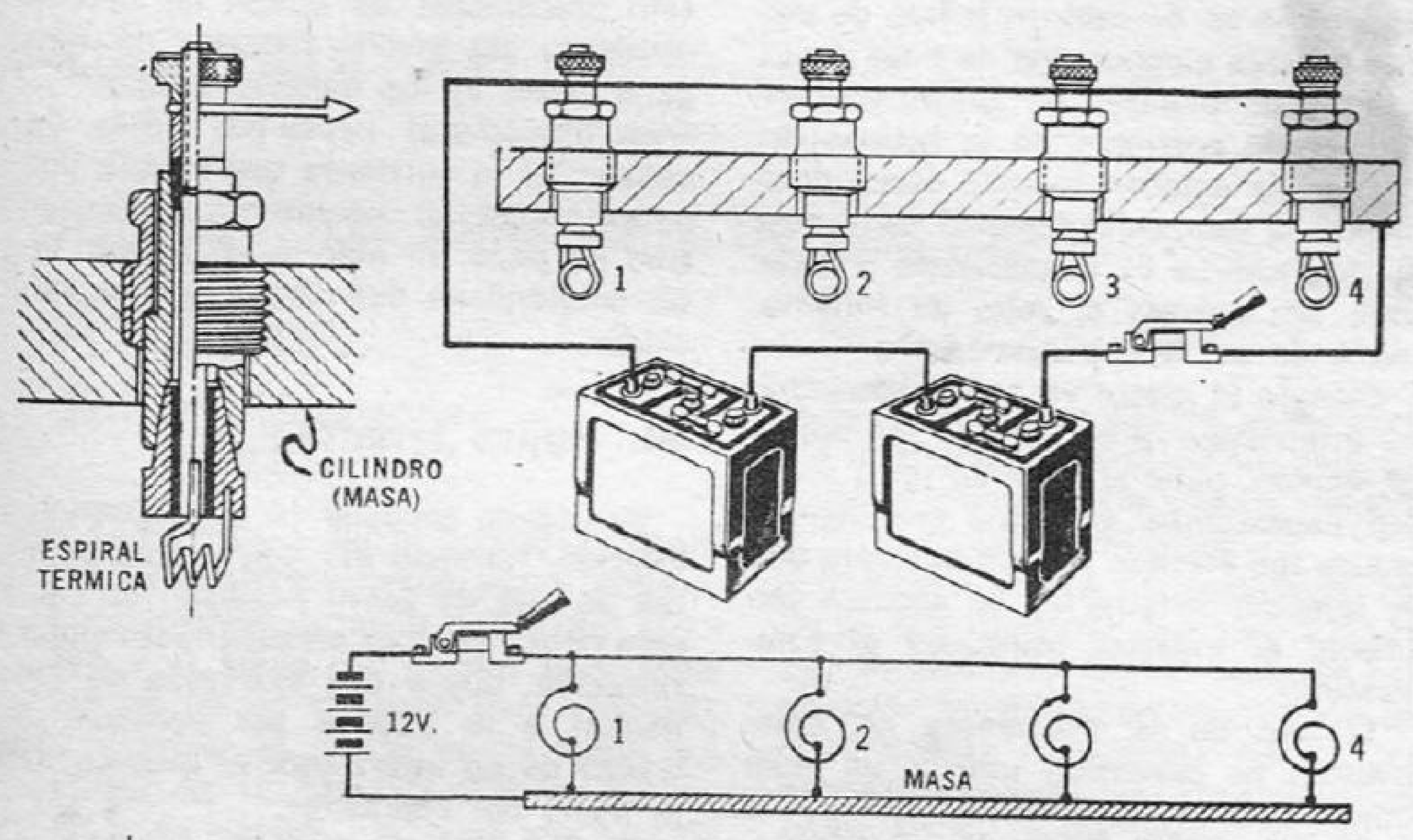


Fig. 79. Disposición general del sistema de puesta en marcha de los motores diesel mediante bujías térmicas (arriba) y esquema de la instalación (abajo).

Bujías bipolares. La figura 81 representa una vista en corte y su aspecto exterior. Observamos que en este tipo de bujía los extremos de la espiral terminan en dos conexiones: una, a un conductor central, que termina en el extremo superior con una porción roscada, a la cual se aplica una tuerca con cabeza garfilada; otra, va soldada a un extremo de una pieza tubular, aislada del conductor central antes mencionado, así como del cuerpo exterior de la bujía, el cual se fija al bloque de cilindros.

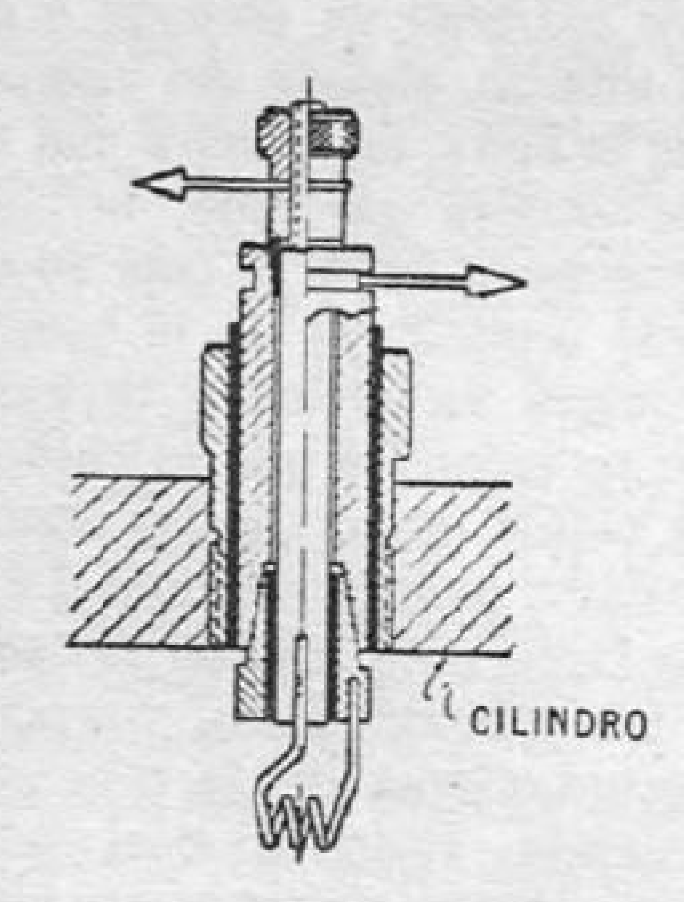


Fig. 80. Bujía térmica bipolar: la corriente de la batería se aplica por medio de dos conductores sin contacto con la masa. Lo dibujado en negro es material aislante.

Por consiguiente, las bujías bipolares no hacen contacto con la masa, conectándose los dos extremos de la espiral a la batería por medio de la varilla central y la pieza tubular. La instalación se hace según el esquema de la figura 82, interconectándose las diversas bujías térmicas en serie por medio de baterías de conexión; por consiguiente, si falla una bujía, todo el sistema queda inactivo.

En esta instalación se coloca una lámpara piloto en el tablero para que el conductor pueda ver la luz que emite cuando las espirales están incandescentes; como están interconectadas en serie, se sabe si todo el circuito está en buenas condiciones.

Se coloca una bujía en cada precámara para iniciar el funcionamiento

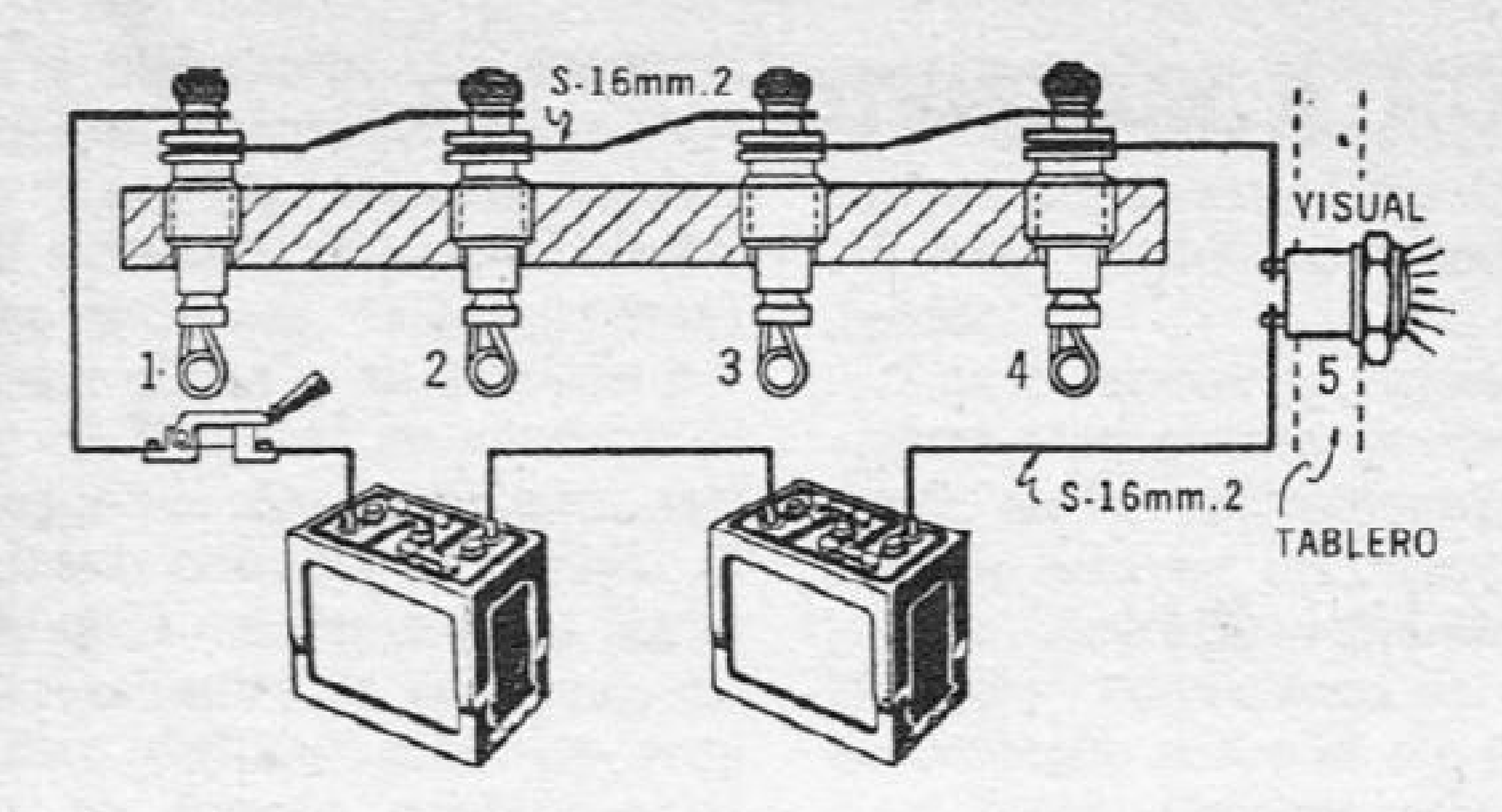


Fig. 81. Esquema general del sistema de caldeo de la precámara de los motores diesel rápidos, utilizando bujías bipolares.

del motor, dejándose luego inactivas al abrir el interruptor.

Estando las bujías térmicas conectadas en serie, si la batería es de 12 V, resulta que puede alimentar 5 bujías a una tensión de 2,4 V, 4 bujías a 3 V y 6 bujías a 2 V cada una.

Las bujías bipolares consumen unos 37 A cuando funcionan a una tensión de 1,7 V, y los conductores que las interconectan deben tener una sección de 16 milímetros cuadrados, o sea, un diámetro de aproximadamente 45 milímetros.

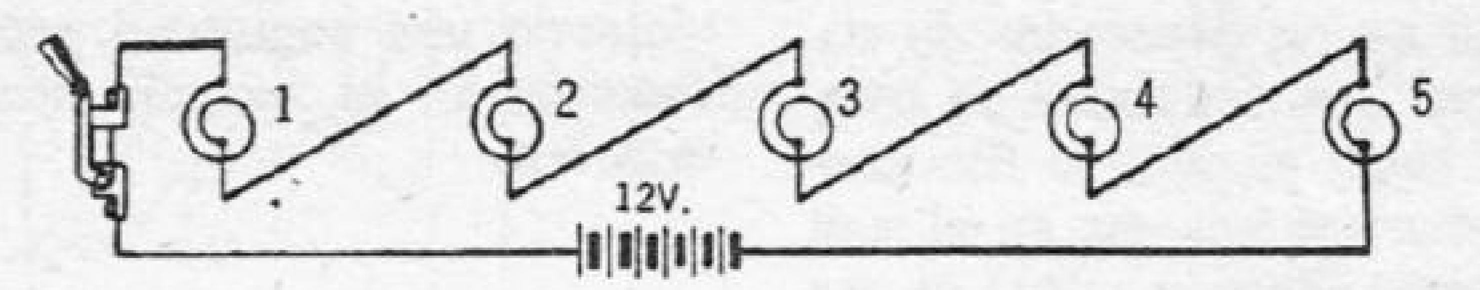


Fig. 82. Representación esquemática de esta instalación.

CUARTA PARTE

IGNICION A MAGNETO

Capítulo XII

LA MAGNETO

91. Definiciones fundamentales

La magneto es un generador de corriente alterna. Esencialmente se compone de un campo magnético fijo, producido por potentes imanes, en el cual gira un bobinado (lamado rotor) en cuyas espiras se genera una fuerza electromotriz alterna.

El principio que acabamos de mencionar se ve modificado en algunos tipos de magneto especiales (que luego consideraremos), pero el fundamento básico siempre es el mismo: al variar el flujo magnético en una bobina (fija o giratoria), se induce en ella una fuerza electromotriz.

La tensión que se genera en una magneto es de sólo unos cuantos voltios, siendo por lo tanto insuficiente para producir la chispa en las bujías. Para obtener los millares de voltios necesarios se utiliza un trasformador elevador de tensión, que en algunas magnetos está situado en el mismo rotor (magnetos de alta tensión) y en otras forma una unidad separada (magnetos de baja tensión).

La magneto de baja tensión fue el sistema de ignición que utilizaron los primeros automóviles, a comienzos de este siglo; después se consideró más oportuno emplear la batería de acumuladores como fuente de energía. La ignición a magneto la utilizan actualmente las motocicletas, aviones, tractores, camiones pesados, etcétera, obteniendo una seguridad prácticamente absoluta en el funcionamiento de los motores.

92. Elementos que lo forman

Se compone de un imán en forma de U (fig. 83) con dos expansiones polares, indicadas con el número (1) en cuyo interior gira el rotor. El campo magnético del imán atraviesa la masa de hierro del inducido y, al girar, se ve sometido a un paso de líneas de inducción magnética, primero en un sentido y luego en sentido contrario (al haber dado media vuelta el rotor). Es evidente que si devanamos una bobina alrededor de la parte central del rotor [según se indica en (c) de la figura 83], en los extremos m y n, dispondremos de una fuerza electromotriz alterna[1], cuyo valor, en voltios, depende de la intensidad del campo magnético, del número de espiras del bobinaje hecho en el rotor y de la rapidez del corte de las líneas de fuerza (número de vueltas por segundo del rotor).

Los imanes son permanentes, del mejor acero, sometidos a tratamientos

[1] Ver nuestra *Electrotécnica industrial.*

de temple e imantación que aseguran una fuertísima intensidad del campo magnético y una duración de muchos años. Las expansiones polares (adheridas a los extremos de los imanes) son de hierro dulce y se imantan por inducción; su finalidad es conducir el campo magnético del imán para que haya el mínimo entrehierro posible. El rotor está hecho con láminas de hierro dulce, aisladas entre sí con hojas de papel u otro aislante eléctrico para evitar que se formen corrientes de Foucault.

su secundario a varios millares de voltios; esta tensión se aplica a las diversas bujías en el preciso instante y el orden debido por medio del distribuidor.

Para aumentar la tensión que se requiere para generar la chispa en cada bujía, se ha perfeccionado el procedimiento anterior introduciendo un interruptor, sincronizado con el movimiento del rotor, consistente en una excéntrica colocada sobre el eje de los anillos y el rotor. De esta manera, al interrumpirse el circuito primario, hay una

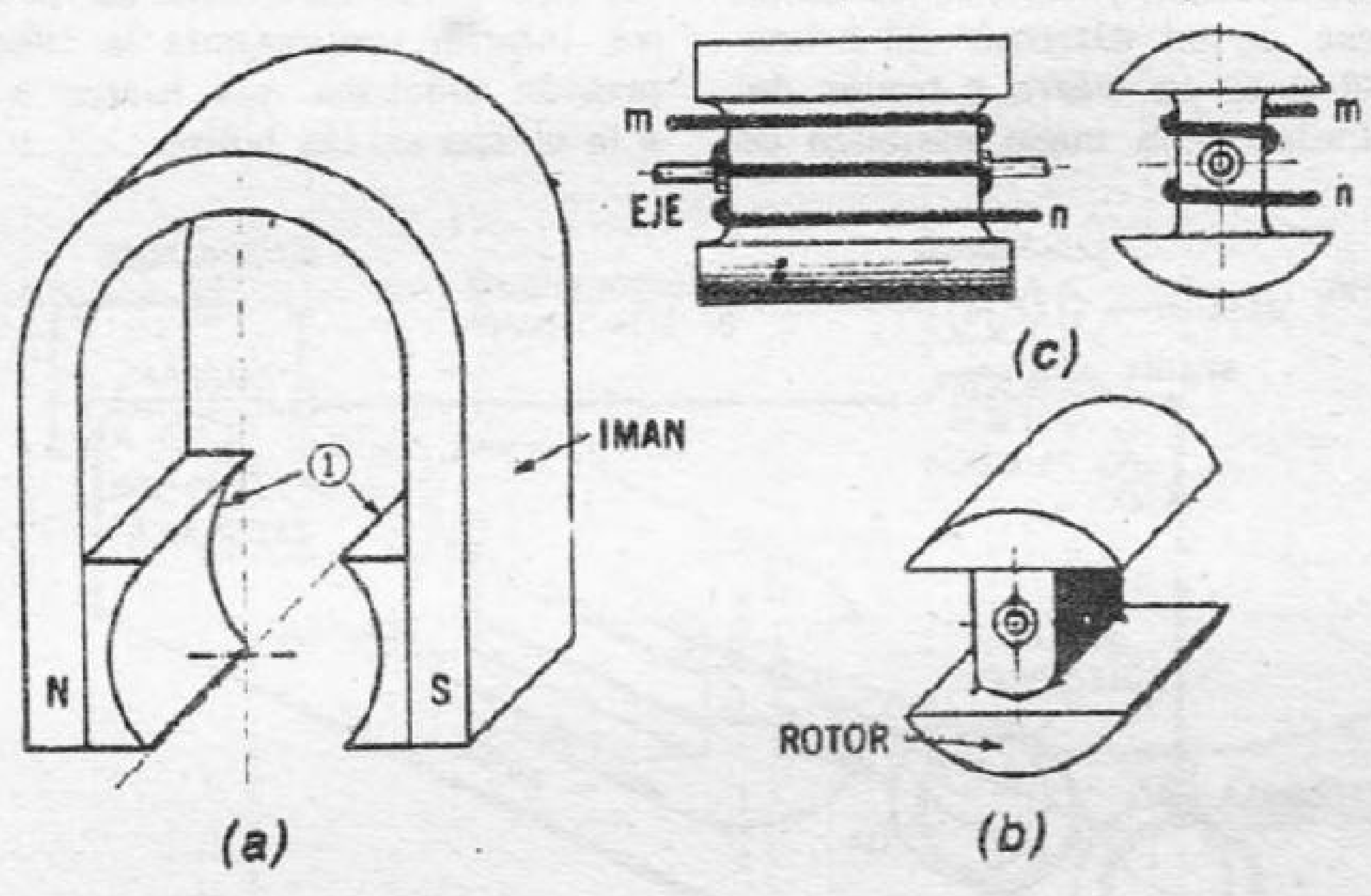


Fig. 83. Elementos constitutivos de una magneto con rotor giratorio.

93. Funcionamiento de la magneto

Consideremos el rotor (fig. 84), que se supone situado entre las expansiones polares del imán en U: al girar, su bobinaje recibirá las variaciones de inducción magnética y engendrará una fuerza electromotriz variable. Los extremos del bobinaje se conectan a dos anillos que giran sobre el mismo eje del rotor, haciendo así contacto permanente con las escobillas (fijas en el armazón de la magneto) y conduciendo la electricidad al circuito exterior.

Los pocos voltios que produce el bobinaje pasan por el primario del transformador elevador de tensión (generalmente llamado bobina), elevándolos en

gran variación del campo magnético que generan sus espiras, induciéndose en el devanado secundario una fuertísima tensión que se aplica a la correspondiente bujía mediante el distribuidor. Se aumenta aún el impulso eléctrico colocando un condensador en los bornes del ruptor, que se carga fuertemente, dando así un potente voltaje que se suma al de la extinción abrupta del campo magnético. Como consecuencia de todo esto, en los bornes del circuito secundario se obtienen tensiones instantáneas del orden de 20 000 y hasta 30 000 V, que, al aplicarse a los electrodos de las bujías, hacen saltar fuertísimas chispas, de alta temperatura, que aseguran una ignición perfecta de la mezcla comprimida.

En realidad, las magnetos no tienen dos anillos, según se ha representado en la figura para hacer más evidentes las explicaciones, sino uno solo, obteniéndose el otro contacto a través de la masa; es decir, que un cabo del bobinaje está conectado al hierro del rotor, pasando así la corriente eléctrica a través de la masa metálica hasta encontrar el extremo del secundario. Es lo que se ha representado con líneas de puntos en el dibujo, indicándose en a la conexión de un cabo del devanador al rotor y en b la conexión a la masa de un extremo del primario; el circuito se cierra a través del eje, cojinetes y la masa metálica de del rotor, presente en los cabos a y b, y que se aplica al circuito exterior mediante los anillos y escobillas indicados en la figura 84. Ahora bien, si consideramos la fuertísima intensidad engendrada en el devanado secundario del transformador al producirse la ruptura del circuito primario (por medio de la excéntrica y el ruptor) en el preciso instante en que la tensión es máxima (puntos 3 y 7 de la curva), podremos representar el potentísimo impulso eléctrico en el secundario por los dos picos dibujados en el diagrama inferior: representa la fuertísima presión eléctrica que fuerza a saltar a la chispa en las bujías.

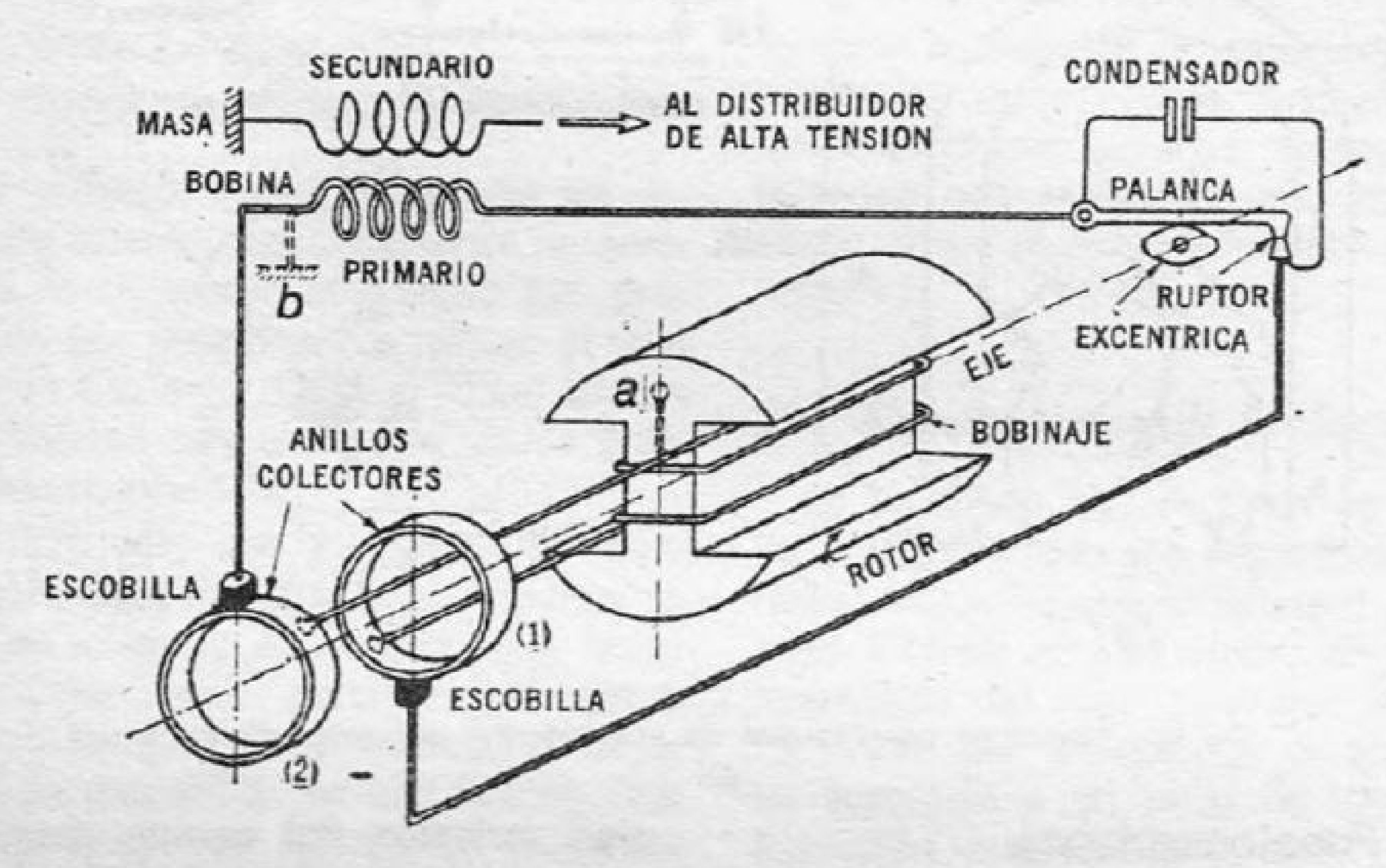


Fig. 84. Representación panorámica de una magneto de baja tensión.

la magneto; queda suprimido el anillo 2 por innecesario.

94. Tensión y corriente de las magnetos

Vamos ahora a considerar una serie de posiciones del rotor al dar una vuelta completa, fijándolas a cada octavo de revolución, es decir, 45° (fig. 85), indicándose en la parte inferior una curva similar a una sinusoide[1]. Representa los valores de la fuerza electromotriz inducida en el bobinaje

[1] Ver nuestra *Geometría y trigonometría industrial*.

En las posiciones 3 y 7 del rotor las espiras cortan el campo magnético en sentidos contrarios, por lo cual la dirección de la fuerza electromotriz tiene sentidos inversos, representados en la primera media curva en la parte superior de la línea cero, y en la segunda media curva, hacia abajo; es la forma característica de la representación gráfica de las corrientes alternas.

95. Sistema de ignición con magneto de baja tensión

El mecanismo del distribuidor se coloca en la parte anular del imán en U y su eje está movido por engranajes

accionados por el eje de la magneto. La figura 86 representa un sistema de ignición completo obtenido por medio de una magneto de baja tensión.

tremo 1 del devanado del rotor se conecta a un anillo y el cabo 2 al rotor, cerrándose el circuito del primario por el eje de la magneto y el

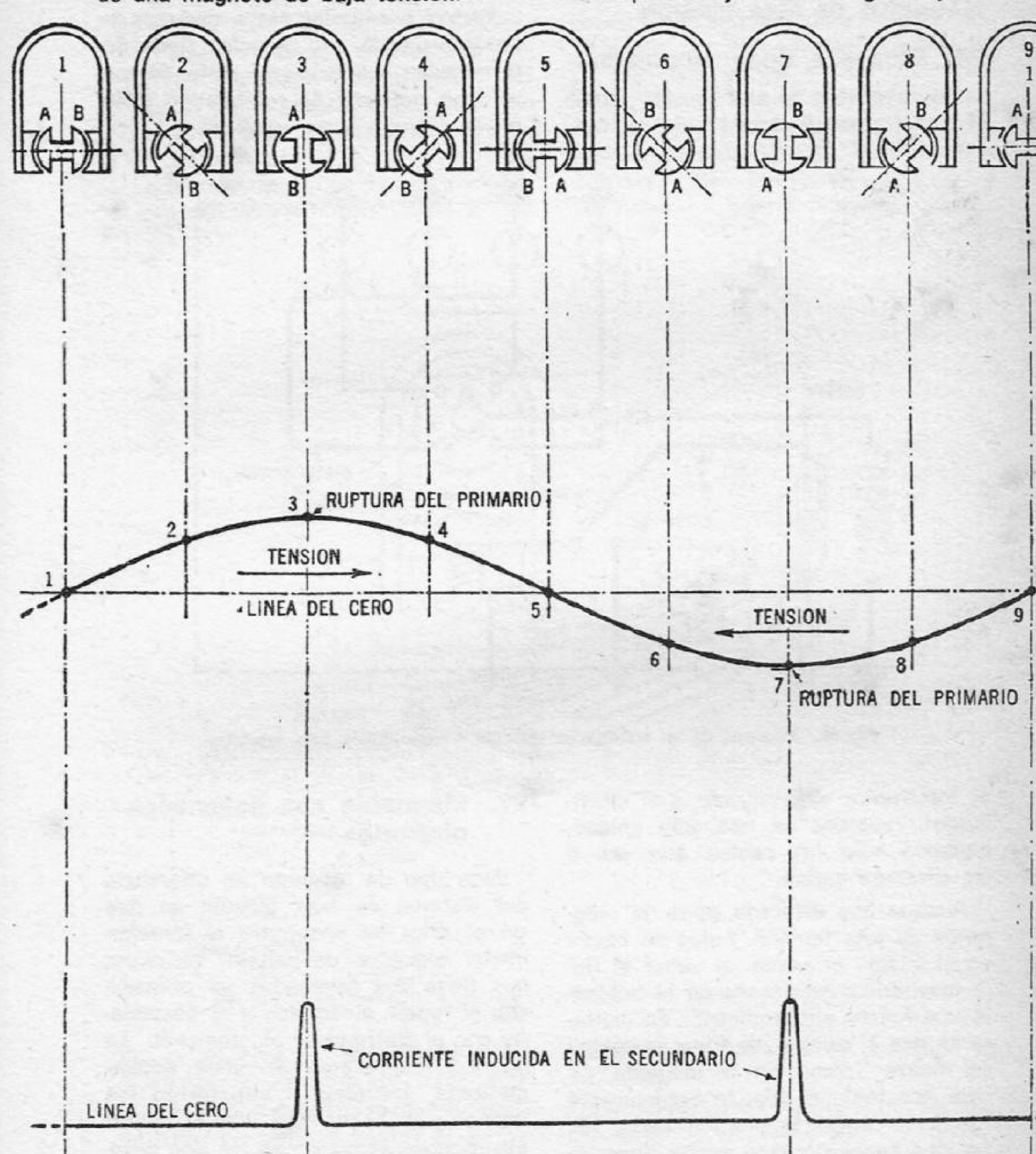


Fig. 85. Etapas que se efectúan en una magneto para producir un ciclo completo.

En este esquema se han dibujado la excéntrica y el ruptor a la izquierda; en realidad, están situados en la parte posterior del eje del rotor. El extremo

contacto a la masa. El secundario de la bobina (transformador elevador de voltaje) se conecta por un extremo a la masa (lo mismo que uno de los

dos electrodos de las bujías) y por el otro extremo al brazo giratorio del distribuidor de alta tensión.

MAGNETOS DE ALTA TENSION

96. Diversos tipos empleados

Las magnetos de alta tensión tienen el transformador elevador del voltaje, el interruptor sincronizado y el distribuidor, reunidos en una sola unidad, saliendo sólo los cables que van a las diversas bujías.

Aunque hay diversos tipos de magnetos de alta tensión, todos se basan en el mismo principio: al variar el flujo magnético, se genera en el bobinaje una fuerza electromotriz. Es indiferente que el campo sea fijo y la bobina se mueva (como en la magneto de baja tensión), o que la bobina esté fija y el campo magnético varíe. Es así que se han creado varios tipos de magnetos de alta tensión, mereciendo citarse los siguientes sistemas:

a) Magnetos con devanados giratorios;

b) Magnetos con devanados fijos e imán giratorio;

c) Magnetos con devanados e imanes fijos;

d) Magnetos con rotor oscilante.

Vamos a estudiar estos diversos tipos pues cada uno de ellos tiene determinadas aplicaciones: motocicletas, aviones, motores de combustión interna de marcha lenta, etcétera.

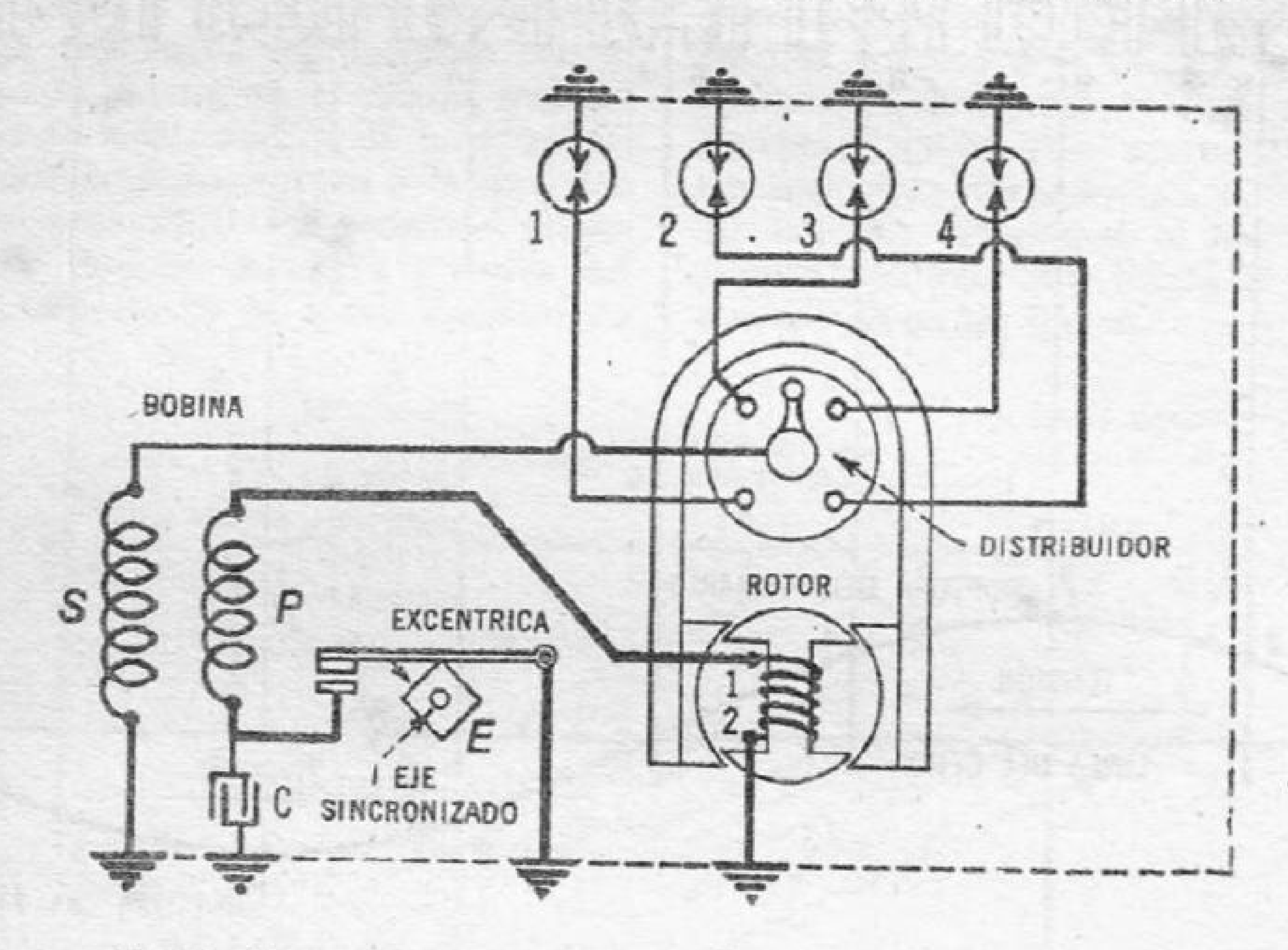


Fig. 96. Esquema de un sistema de ignición a magneto de baja tensión.

97. Magnetos con devanados giratorios

Este tipo de magneto se diferencia del sistema de baja tensión en que en el rotor se encuentra el transformador elevador de voltaje, es decir, que tiene dos devanados: el primario con el ruptor sincrónico y el secundario con el distribuidor sincronizado. La figura 87 representa una vista, esquematizada, habiéndose suprimido los imanes para hacer más clara la figura; observamos el rotor con los dos devanados: el primario (con alambre grueso) y el secundario; ambos bobinajes tienen una conexión al rotor (masa), de manera que el circuito continúa por el eje hasta el armazón de la magneto a través del cojinete (indicado al extremo derecho del eje). El otro cabo

de cada bobinaje va conectado a un anillo que está aislado del eje; el de la izquierda corresponde al primario y el de la derecha al secundario, habiendo en cada uno de ellos una escobilla que establece un contacto permanente (mientras gira el rotor) del primario y el secundario con sus respectivos circuitos exteriores: el ruptor y el distribuidor.

La excéntrica (que hace funcionar el ruptor) está montada sobre el eje ruedas de engranajes) por el eje del rotor, para obtener un sincronismo absoluto de la velocidad angular de ambos ejes: el diámetro de la rueda dentada del eje del distribuidor, indicada con (2), tiene doble diámetro de la que está sobre el eje rotórico, de tal suerte que a cada dos vueltas del rotor da una vuelta el eje sincronizado, permitiendo de esta manera utilizarse para producir la ignición a un motor de cuatro cilindros, pues a

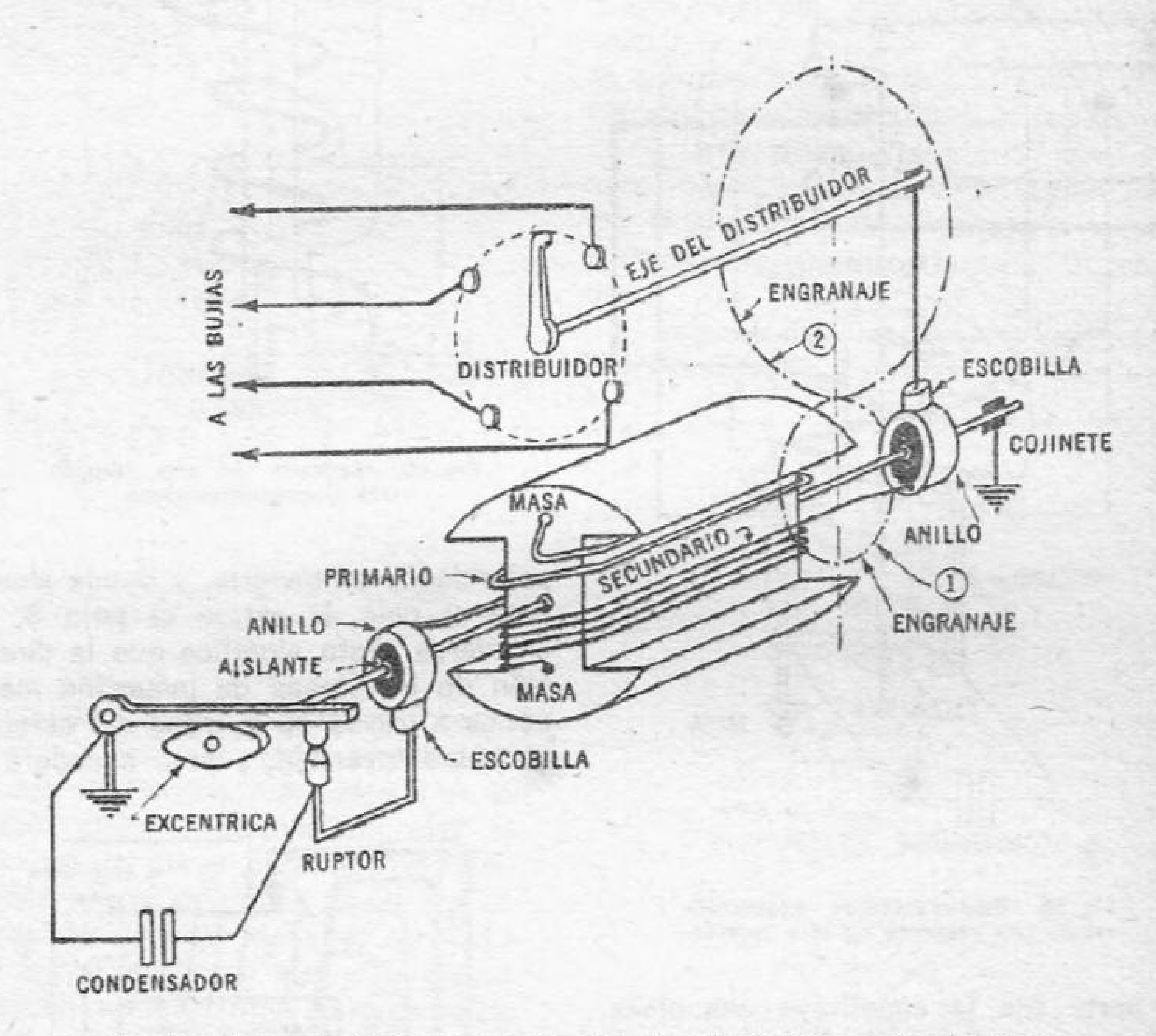


Fig. 87. Vista panorámica de una magneto de alta tensión y sus elementos.

del rotor, para así obtener el sincronismo de la apertura del circuito primario en el momento requerido (cuando en el primario se genera el máximo de tensión), induciendo así un intenso impulso eléctrico en el secundario, coincidiendo en ese preciso instante el contacto del brazo del distribuidor con el circuito de la bujía que debe producir la chispa para inflamar la mezcla comprimida. El eje del distribuidor está accionado (mediante dos cada vuelta del rotor se producen dos chispas.

Si observa atentamente la figura 88 y luego la relaciona con la figura 89 (que es una representación convencional de la anterior), no tendrá ningún inconveniente en interpretar debidamente el funcionamiento de las magnetos de alta tensión con devanados giratorios, es decir, con el transformador elevador de voltaje montado sobre el rotor.

98. Magnetos con devanados fijos e imán giratorio

El prototipo lo constituye la magneto Scintilla, de origen suizo. La parte giratoria es un imán, cuya superficie exterior es cilíndrica, según representa la figura 90, vista de frente;

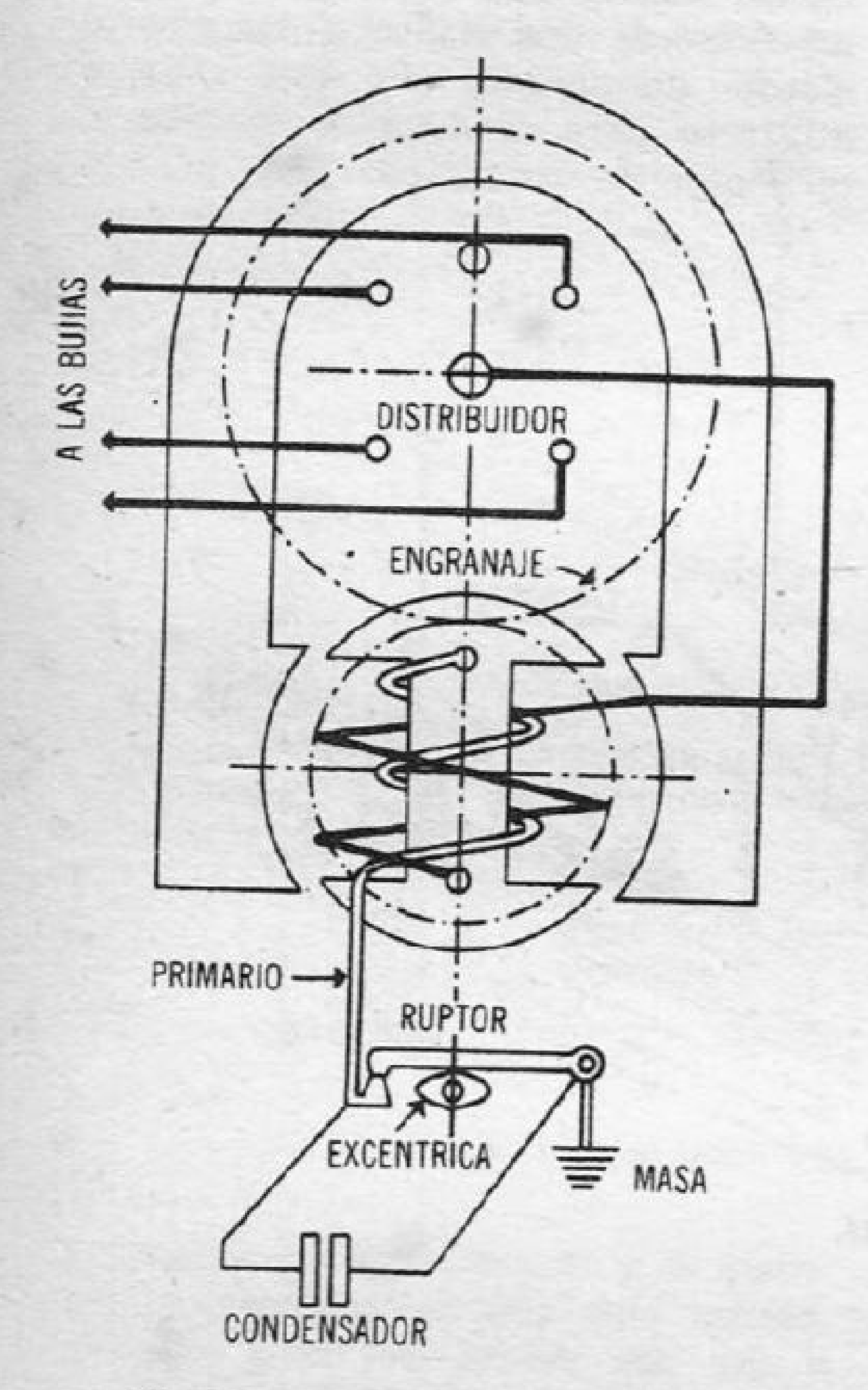


Fig. 88. Representación esquemática de una magneto de alta tensión.

la parte fija la constituye una pieza de hierro en forma de C, entre cuyos extremos gira el imán, habiendo entre ellas un entrehierro de un milímetro. En la parte central de la pieza fija se colocan los dos bobinajes del transformador elevador de tensión, estando el primario interrumpido por una excéntrica montada sobre el mismo eje del rotor.

Observando la figura, vemos que, tal como está representado el imán, el circuito magnético a través de la masa de hierro de la pieza fija (que llamaremos estator) tiene la dirección representada por las flechas. Es evidente que al dar media vuelta el rotor, es decir, el imán, la posición de las

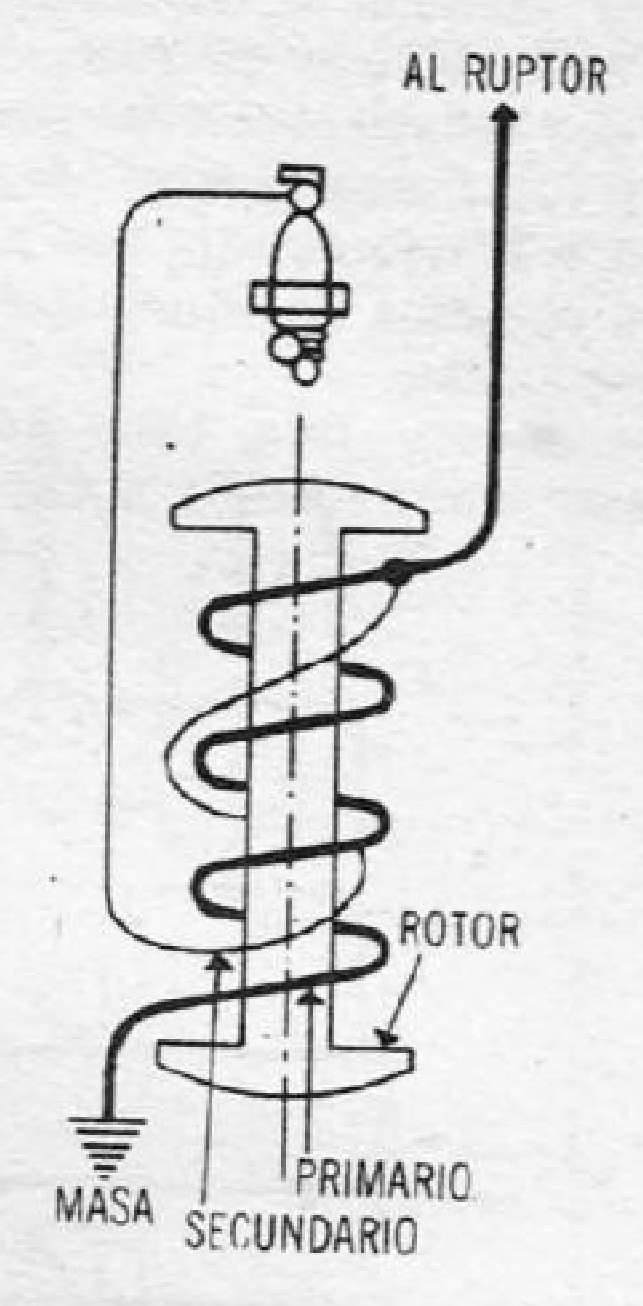


Fig. 89. Magneto de alta tensión vista esquemáticamente.

polaridades se invierte, y donde ahora está el polo N estará el polo S, y viceversa. Esto significa que la dirección de las líneas de inducción magnética a través de la masa del estator se habrá invertido, y esto sucederá a

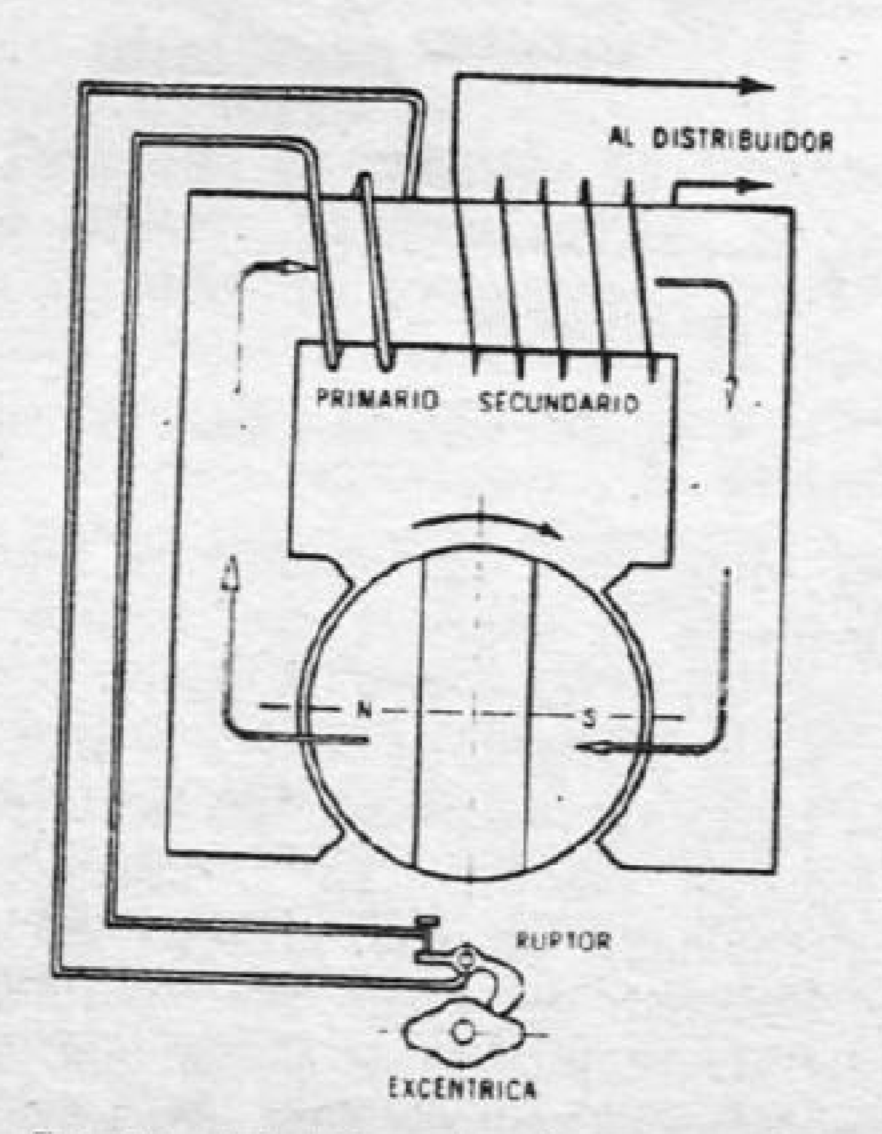


Fig. 90. Principios de las magnetos con devanados fijos e imanes giratorios.

cada media vuelta del imán rotórico. Por consiguiente, el efecto de girar el imán es que las dos bobinas del transformador elevador de tensión se verán sometidas a una variación de flujo magnético, induciéndose en ellas una fuerza electromotriz variable.

Un esquema más completo y real del magneto Scintilla lo representa la figura 91, donde vemos el ruptor y el

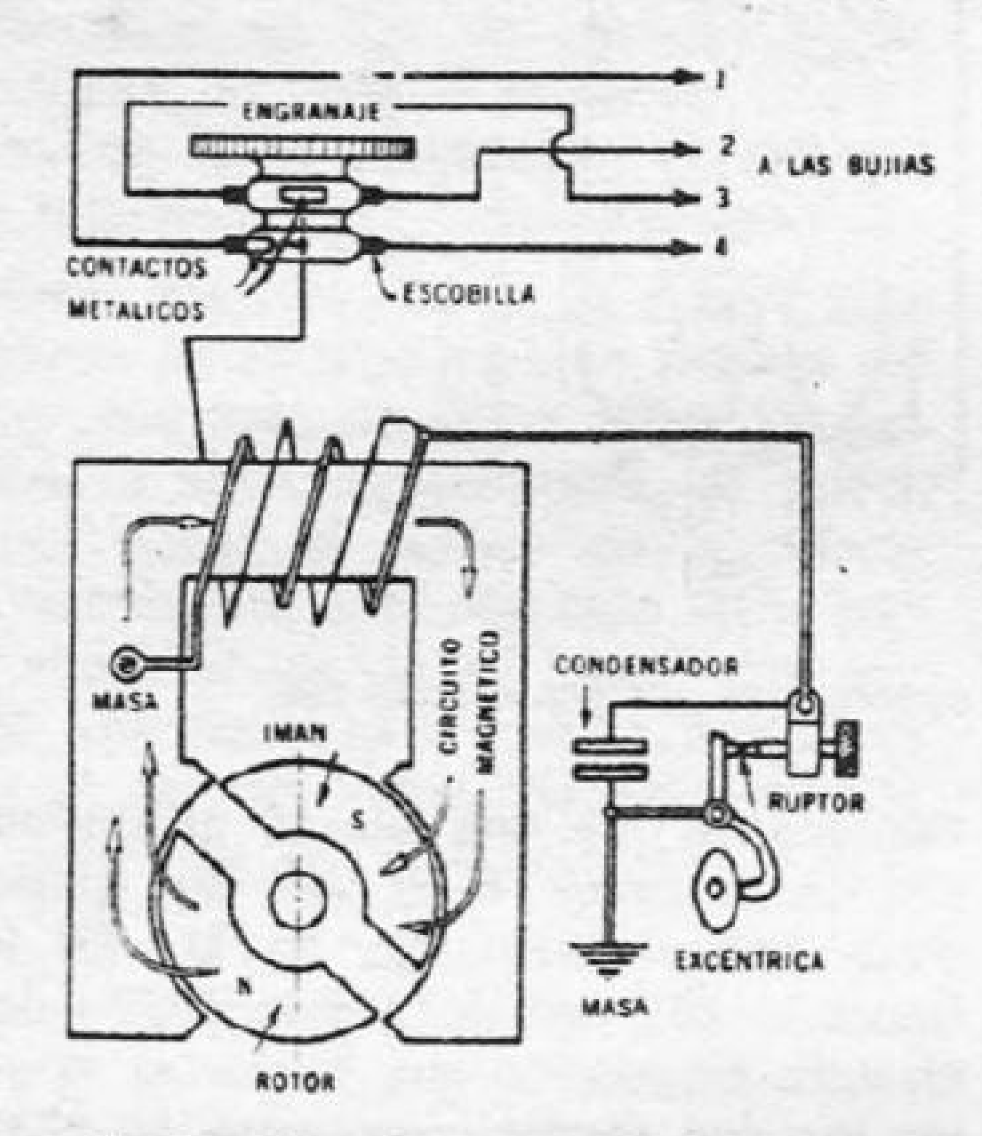


Fig. 91. Magneto de alta tensión, con imanes giratorios y bobinas fijas.

distribuidor de la alta tensión a las diversas bujías. El ruptor está movido por dos engranajes, colocados a un lado del rotor; el distribuidor está situado en la parte superior, movido por dos ruedas dentadas; tiene dos cilindros de materia aislante, con unos segmentos metálicos que interiormente hacen contacto con el secundario del transformador; de esta manera, al establecer circuito con las escobillas, envían a las respectivas bujías el impulso eléctrico de alta tensión en el preciso instante en que se produce la ruptura del circuito primario.

El esquema de las figuras 90 y 91 representa una magneto de dos polos destinada a un motor de cuatro cilindros; para motores de mayor número de cilindros, el imán rotórico tiene cuatro polos en vez de dos. Este tipo de imán rotórico se indica en la figura 92; produce cuatro impulsos eléctricos a cada vuelta y, por consiguiente, el número de rupturas del primario debe ser doble, lo mismo que el de contactos del distribuidor de la alta tensión.

Este modelo de magneto se emplea extensamente en motores de aviación.

99. Magnetos con arrollamientos e imanes fijos

Esta magneto también es de origen suizo; su prototipo es el Dixie. Tanto el imán como los dos bobinajes del transformador están fijos, girando dos (o cuatro) piezas de hierro que, al hacer contacto con el imán, hacen como si el imán girase, debido a la inducción magnética que en ella se produce.

El esquema de este tipo de magneto lo representa la figura 93. Un imán en

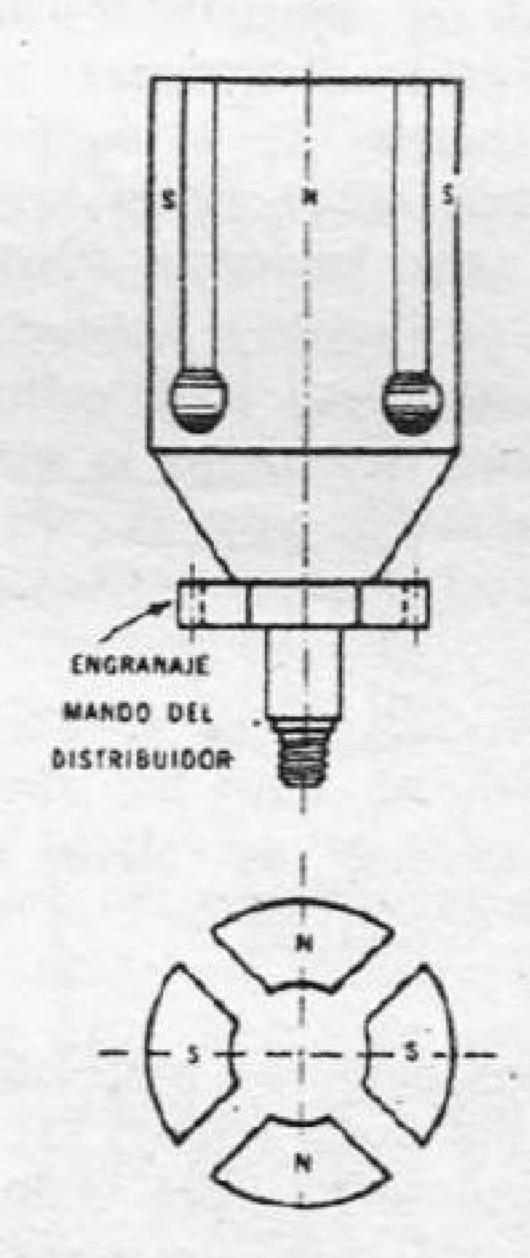


Fig. 92. Imán giratorio de las magnetos Scintilla con cuatro polos alternados.

forma de U tiene un agujero en cada brazo por los cuales pasa lo que llamaríamos el eje de nuestra magneto. Observando la figura, vemos que en las partes interiores de los dos brazos del imán se coloca cada una de las mencionadas piezas de hierro, que afectan la forma representada en la

figura 94; el conjunto se indica en la figura 95. Para que la unión mecánica exista entre ellas, se coloca una pieza de material no magnético (generalmente se emplea el bronce), que las une, de tal suerte que el conjunto de las dos piezas actúa como una sola, que puede girar teniendo como cojinetes los dos agujeros practicados en los brazos del imán (figura 93).

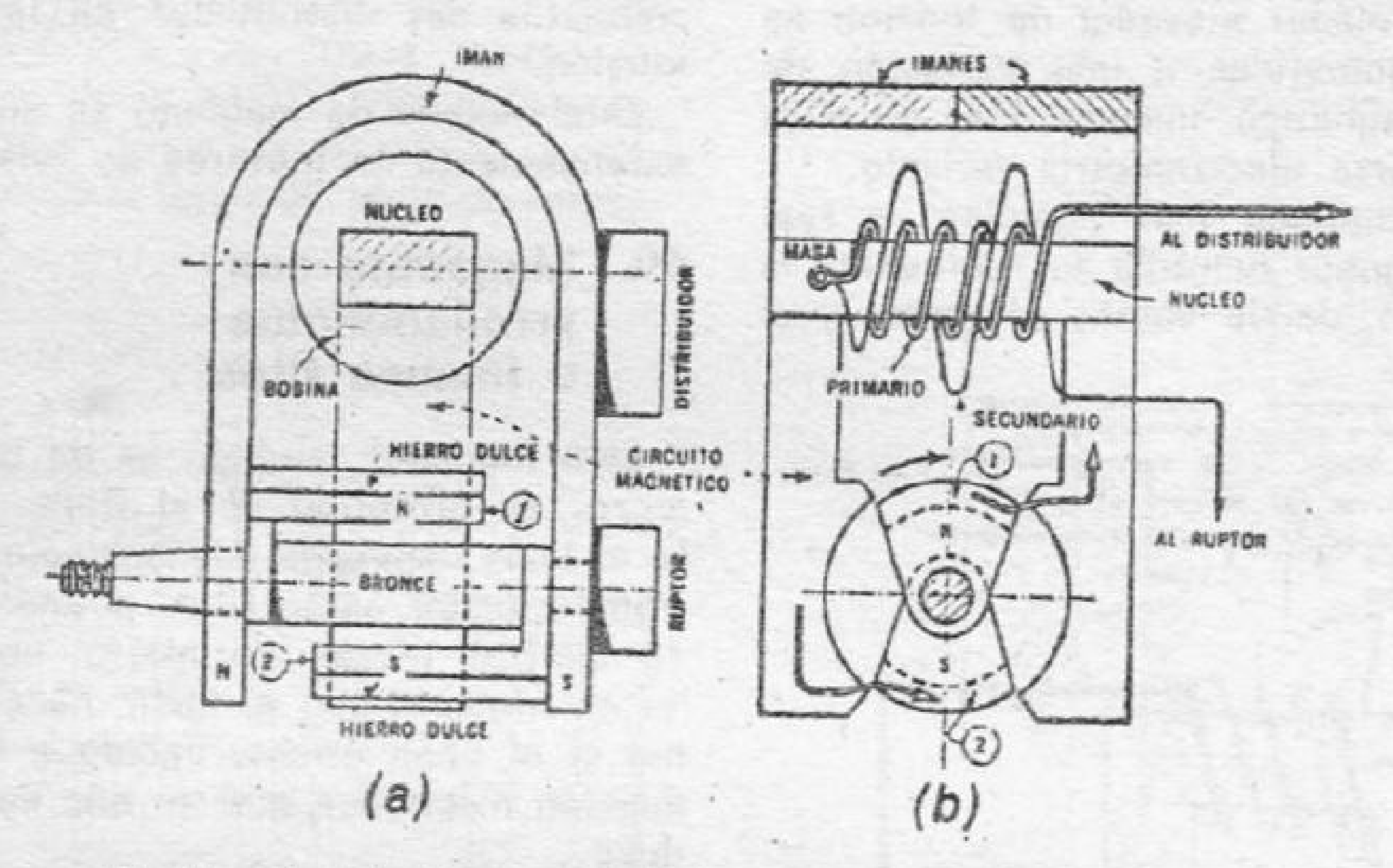


Fig. 93. Principios fundamental de la magneto con bobinas e imán fijo.

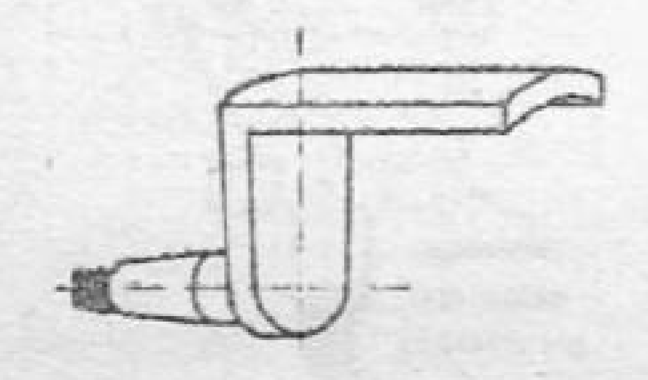


Fig. 94. Una de las piezas de hierro que constituyen los polos giratorios.

En la parte anular del imán en U se colocan los dos devanados del transformador, sobre un núcleo laminado de hierro que forma parte del circuito magnético que recibe la influencia de las dos piezas giratorias, imantadas éstas, a su vez, por inducción, por el imán fijo en U. En la figura 93 (b) vemos la disposición del circuito magnético que se forma al girar las dos piezas, colocadas en posición diametralmente opuesta: si giran en el sentido indicado por la flecha, se establecerá el circuito que se señala, el cual se invertirá al dar media vuelta al rotor, pues cada una de las dos piezas de hierro que lo constituyen siempre tienen la misma polaridad por estar en contacto permanente con un mismo polo del imán. Luego, de

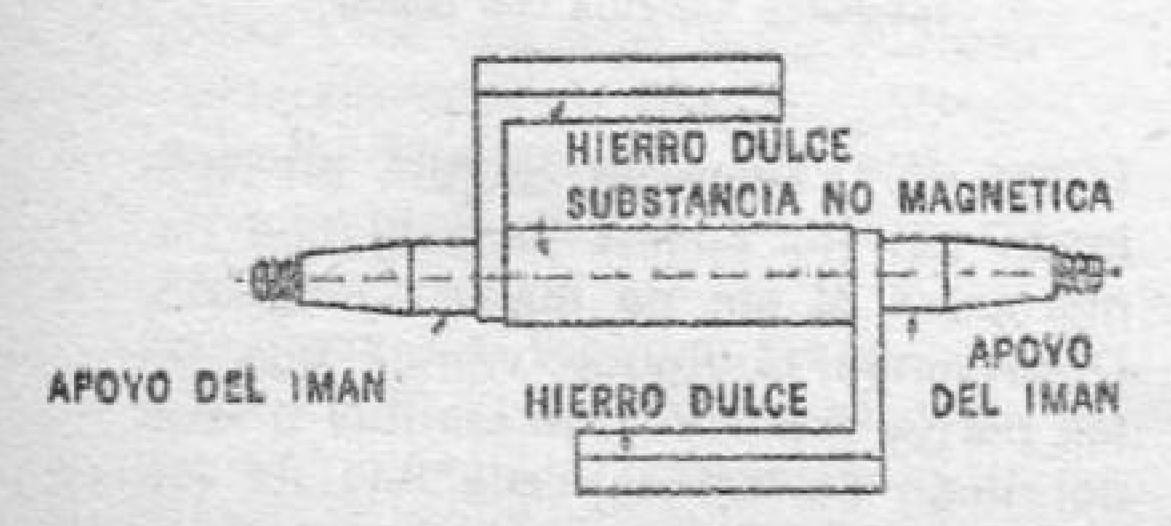


Fig. 95. Conjunto de las piezas polares reunidas por la sustancia no magnética.

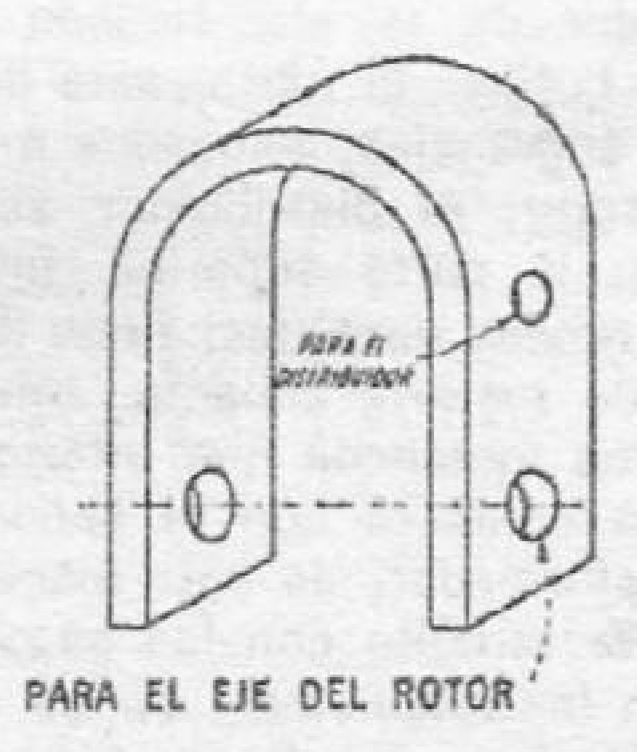


Fig. 96. Detalle del imán y los tres taladros: los inferiores sirven de cojinetes y por el superior pasa el eje del distribuidor.

cuanto hemos explicado, se ve que:

1º Al girar el rotor, se forma un campo magnético giratorio;

2º Este campo inducirá líneas de fuerza magnética al circuito laminado (en forma de C), del cual forma parte el núcleo del transformador;

3º Estas variaciones de flujo magnético inducen fuerzas electromotrices alternadas en los devanados, produciéndose un impulso eléctrico intensísimo en el secundario en el instante de interrumpir el circuito primario.

En la magneto Dixie, el ruptor está situado en la prolongación del eje del rotor, montado sobre un disco; al desplazar a éste angularmente, se puede hacer variar el avance de la chispa. El distribuidor está montado en la parte alta y el eje de su brazo está movido (mediante dos ruedas dentadas) por el eje del rotor; de esta manera se consigue un sincronismo perfecto

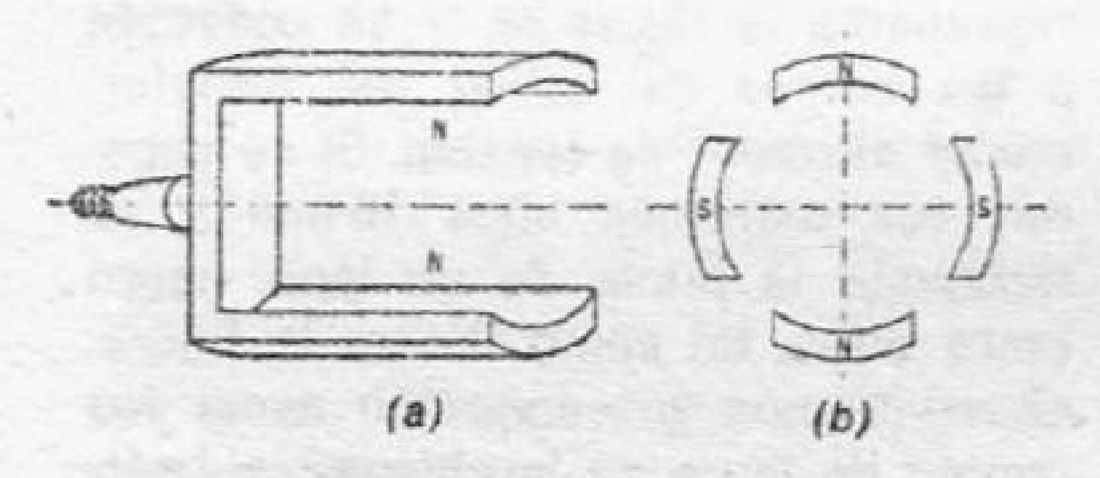


Fig. 97. Vista de uno de los polos giratorios imantados por influencia. En (b) se representan cuatro polos formados por dos piezas como la indicada en (a).

en los instantes de abrir el circuito primario y enviar la corriente de alta tensión a la bujía.

100. Magnetos de chispa polarizada para aviones

Investigaciones realizadas para determinar la causa de las fallas de ignición en los aviones, demostraron que, debido a la electrización de la atmósfera, las bujías no funcionan satisfactoriamente cuando se les aplica electricidad positiva; es decir que el mejor funcionamiento se obtiene cuando la chispa es producida por corriente de polaridad negativa.

Este hecho condujo a estudiar una magneto que enviase a las bujías impulsos eléctricos de alta tensión que fuesen siempre de polaridad negativa. Dicho resultado se obtiene con una magneto del tipo Dixie, con ciertas modificaciones, que vamos a ver seguidamente:

1º El rotor está constituído por dos piezas similares a las del magneto Dixie, dobles, es decir, como representa la figura 97;

2º Estas dos piezas están caladas a 180°, de manera que forman dos polos N y dos polos S, alternados;

3º A cada revolución del rotor se producen cuatro inversiones del sentido de las líneas de inducción en el seno de la masa del circuito magnético;

4º Dos de estas inversiones inducen en el secundario un impulso eléctrico negativo, es decir que va en la dirección de la masa del electrodo central de las bujías;

5º Las otras dos inversiones de polaridad magnética que pasa por el núcleo (polaridad positiva) no se aplican a las bujías (por permanecer abierto totalmente el ruptor del primario); se utilizan para limpiar el núcleo del circuito magnético de toda traza de magnetismo remanente;

6º Gracias a estas disposiciones, a cada vuelta del rotor se obtienen dos impulsos eléctricos de polaridad negativa y, a la vez, se limpia de magnetismo residual el núcleo de hierro; debido a esto último se producen en las bujías chispas más potentes, de elevado grado calorífico y de tal intensidad que inflaman la mezcla comprimida en el cilindro correspondiente con resultados verdaderamente sorprendentes si se comparan con los obtenidos mediante magnetos de chispa no polarizada.

Generalmente se obtiene en el circuito primario una tensión de unos 25 V, que se elevan a 75 V en el instante de la ruptura del circuito; en tal momento se inducen en el secundario tensiones de 25 000 a 30 000 V.

Para tener una idea más completa sobre el mecanismo de las inversiones de polaridades, en la figura 98 representamos los cuatro instantes que culminan una revolución completa del rotor, indicando en (a) la producción de la chispa polarizada negativamente en (b) la limpieza del magnetismo residual del núcleo, en (c) la producción de otra chispa polarizada, y en (d) un nuevo barrido de magnetismo remanente por inversión de polaridad.

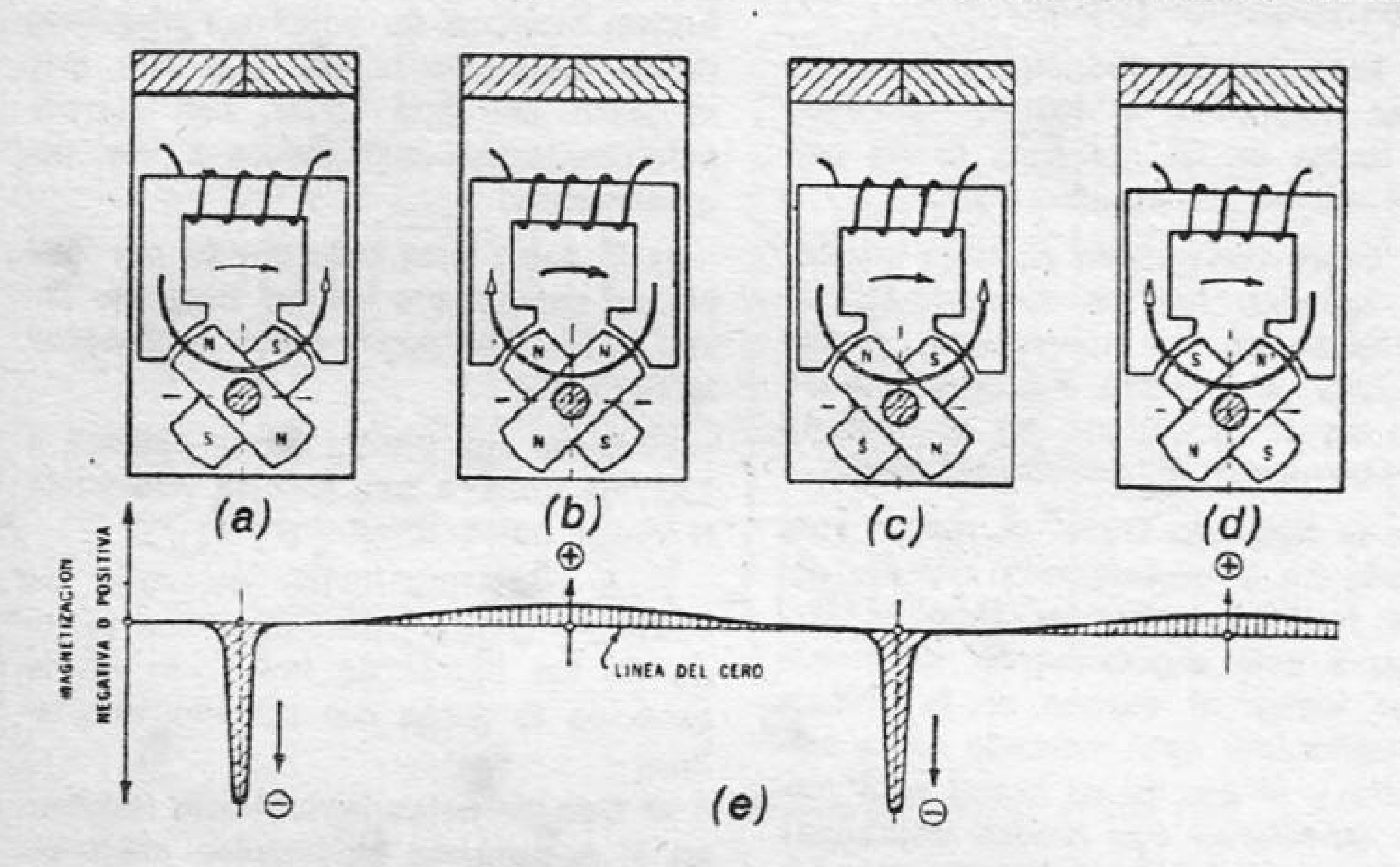


Fig. 98. Principio del fundamento de la magneto Splitdorf.

Polaridad de la chispa. Puede determinarse muy fácilmente la polaridad de una chispa de alta tensión. Se conectan dos trozos de cable adecuado (de los que interconectan el distribuidor y las bujías) sacando el aislamiento unos cuatro milímetros, tal como representa la figura 99, y se conectan a los bornes de salida del transformador elevador de tensión. Si se separan sus extremos unos 10 mm y se interpone la punta de un lápiz negro entre ellos, tal como ilustra la figura, observaremos que aparecen como dos puntos de lanza en la chispa: la dirección de estas flechas señala las polaridades + y − de la corriente de alta tensión.

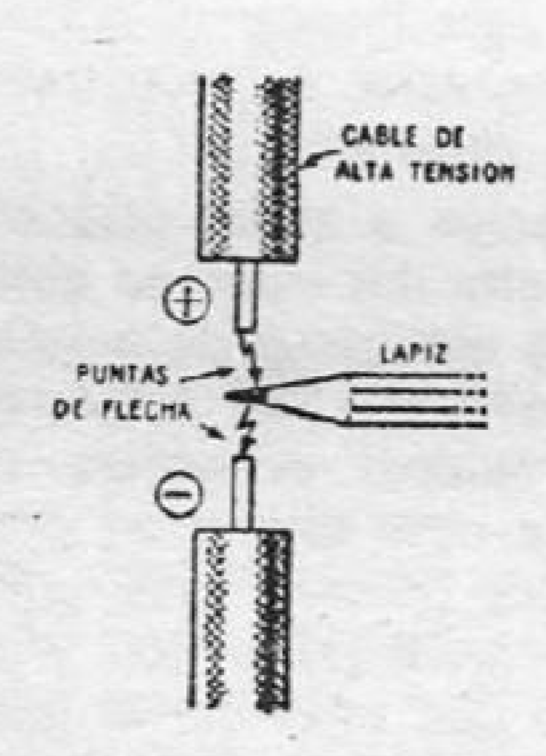


Fig. 99. Forma de determinar la polaridad de las chispas de alta tensión.

101. Magneto Splitdorf

Su principio y su finalidad son los mismos que los de la magneto Dixie: producir en un núcleo de hierro dulce (sobre el cual está montado el transformador elevador de tensión) un flujo magnético que se invierte alternativamente para producir en el bobinaje primario una fuerza electromotriz de unos 30 V, que luego, en el momento de ruptura del circuito, se eleva a unos 80 V; en ese instánte se induce al circuito secundario un fuertísimo impulso eléctrico de polaridad definida que se cifra, en algunos tipos, en unos 35 000 V.

La figura 100 representa una magneto Splitdorf: en (a), vista de frente; en (b), lateralmente. Las características mecánicas de estipo de magneto son las siguientes:

1) Concéntrico al eje hay un cilindro de aluminio, material éste de muy poca densidad y que prácticamente no es afectado por los campos magnéticos;

5) Dos imanes en U se colocan de manera que sus polos abracen parte del rotor, según vemos en (a) de la figura 100, estando los polos de un mismo nombre a cada lado, es decir, un polo N al lado de otro polo N, y los dos polos S en el otro lado;

6) Las cuatro piezas de hierro (ver la fig. 101) están dispuestas de tal

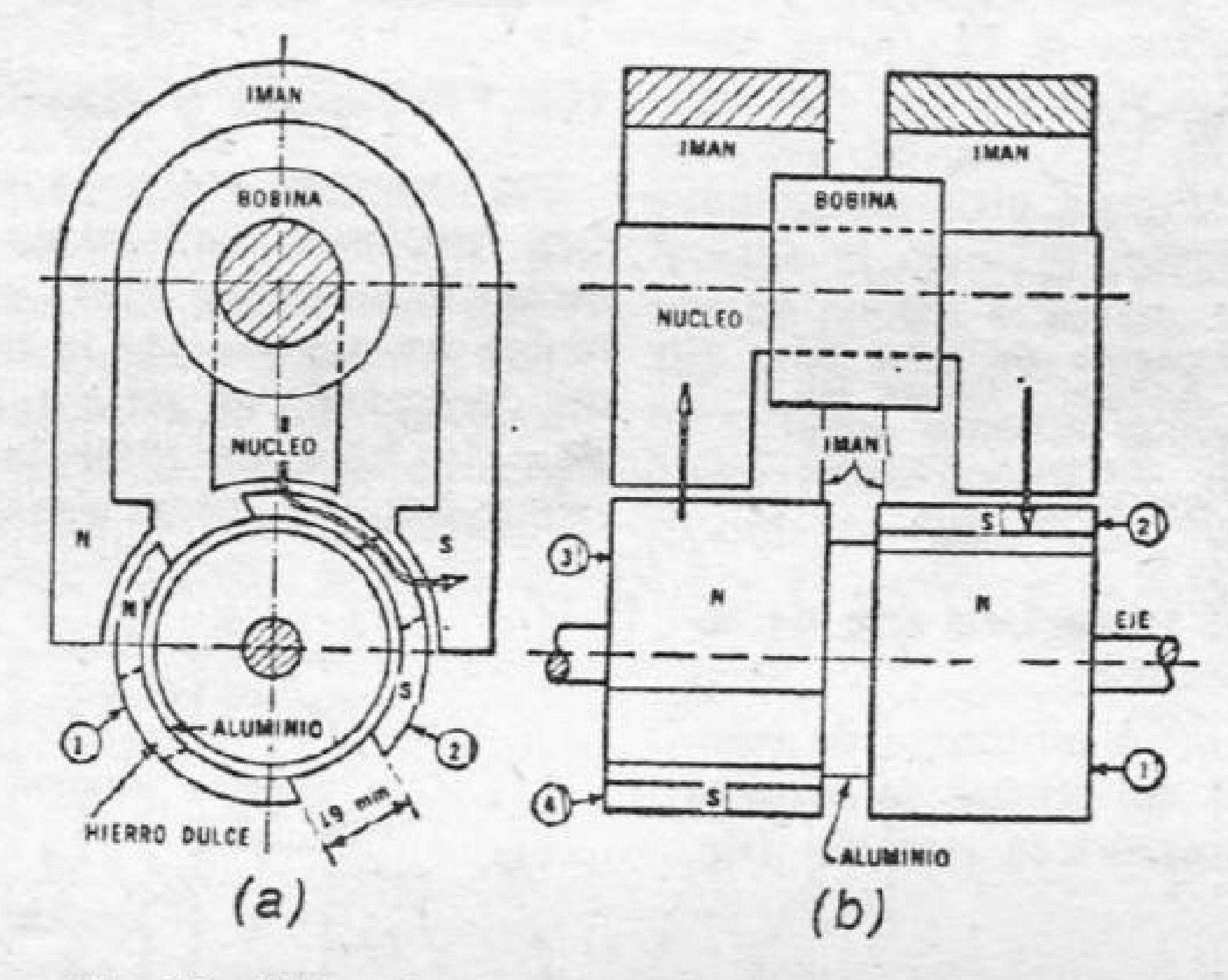


Fig. 100. Vista de una magneto Splitdorf: tiene las bobinas e imanes fijos.

2) Sobre el cilindro de aluminio se colocan cuatro fragmentos de hierro (fig. 101), dispuestos dos a dos y desplazados perpendicularmente respecto de sus separaciones;

forma que se imantan por inducción del polo que tienen enfrentado, imantando entonces, a su vez, el extremo del núcleo en U que tienen enfrentado (fig. 100 (b); a consecuencia de

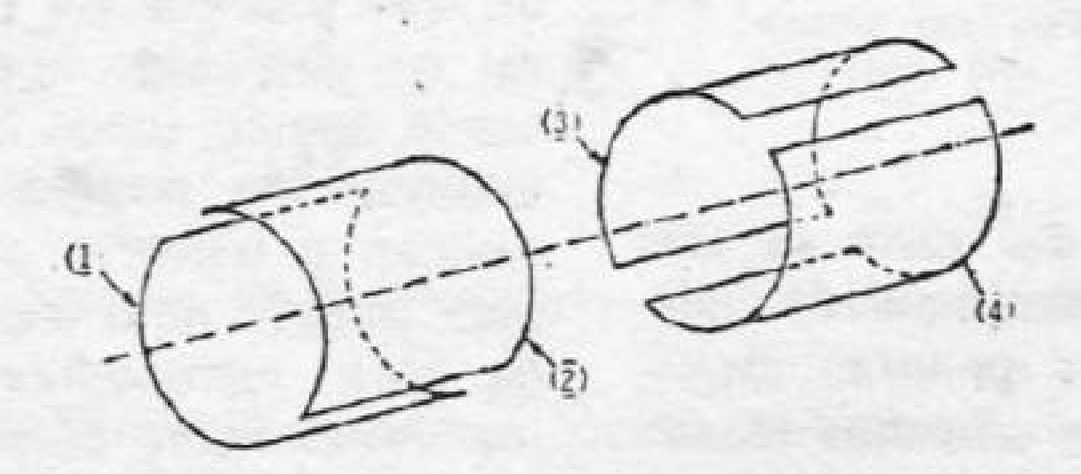


Fig. 101. Vista de las piezas de hierro que sirven para orientar el campo magnético.

3) Un núcleo de hierro en forma de U está dispuesto encima, dejando un pequeño entrehierro con el rotor;

4) En el medio del núcleo U (que permanece fijo) se monta el transformador;

ello, por el núcleo en U pasa un flujo magnético que abraza las espiras del transformador;

7) La disposición mecánica de los cuatro trozos semicilíndricos de hierro se representa en la figura 102.

Luego, al girar el rotor, se producen estos efectos:

1) Considerando que en el brazo de la izquierda del núcleo se induce un polo N y en el de la derecha un polo S, las líneas de inducción magné-

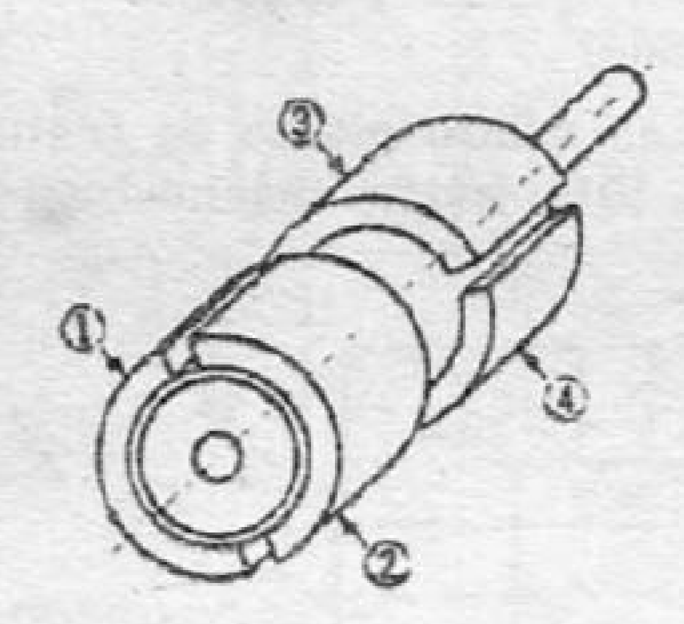


Fig. 102. Perspectiva del rotor de la magneto Splitdorf. Vemos los cuatro semianillos montados sobre el disco de aluminio, marcados (1), (2), (3) y (4).

tica seguirán la trayectoria que se indica en la figura 102;

2) Al dar el rotor un cuarto de vuelta, la polaridad del núcleo se invierte y las líneas magnéticas también (fig. 103);

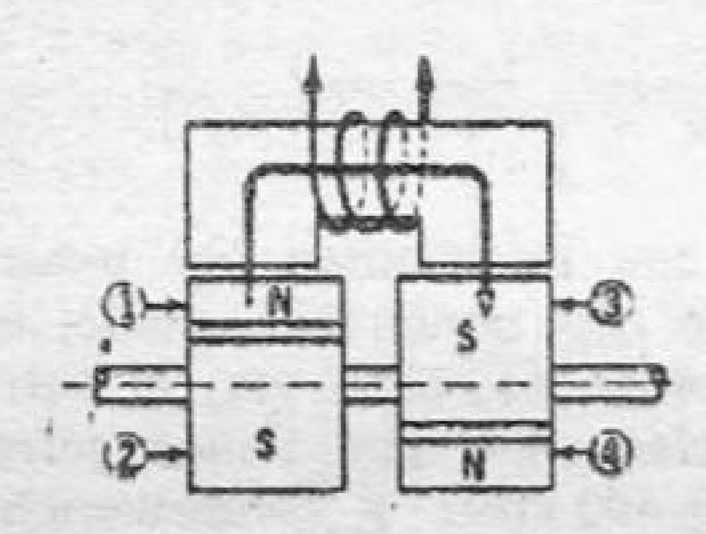


Fig. 103. Posiciones de las piezas de hierro dulce en una posición del rotor.

3) A cada vuelta del rotor se van sucediendo estas inversiones de polaridad y, por ende, se generan impulsos eléctricos en los devanados del transformador;

4) Según que esté abierto o cerrado el ruptor del circuito primario, pueden obtenerse los efectos de chispa polarizada, pues pueden utilizarse las inversiones del flujo magnético para que, en un sentido, la corriente inducida produzca una chispa, y, en el sentido contrario, desmagnetice el núcleo de magnetismo remanente.

En resumen, la magneto Splitdorf, en principio, es igual que la Dixie por lo que se refiere a su funcionamiento: imanes fijos, bobinas fijas e inducción magnética alternativa en el núcleo del transformador. En los detalles mecánicos se notan las diferencias, pudiendo decir, en una frase, que la Splitdorf es la Dixie perfeccionada.

MAGNETOS OSCILANTES

102. Principio y finalidad

Los grandes motores a explosión que funcionan lentamente (especialmente la máquinas fijas) es difícil ponerlos en marcha por lo que al sistema de ignición se refiere, pues no es posible hacerlos girar lo suficientemente rápidos para que la magneto

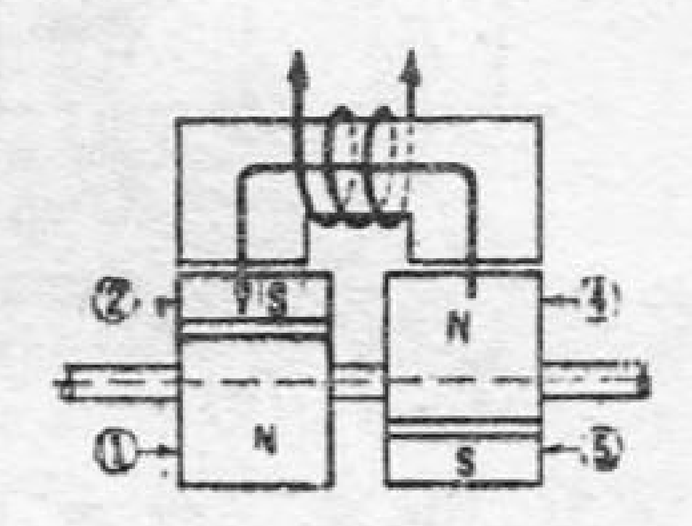


Fig. 104. El rotor después de haber dado medio giro con respecto de la figura anterior; las polaridades se han invertido, y con ellas el campo magnético.

funcione debidamente. En tales casos se emplea, para la puesta en marcha, un tipo especial de magneto, cuyo rotor no gira, sino que se desplaza un cierto ángulo (unos 30°), venciendo el esfuerzo de poderosos resortes que tienden a volverlo a su posición inicial; pasado este ángulo, el rotor queda libre, retrocediendo. Se produce una intensísima corriente inducida en el momento del retroceso, por la gran velocidad angular que tiene el rotor en ese momento.

Este tipo de magneto puede ser de baja o de alta tensión (generalmente son de este último sistema); asimismo, pueden ser del tipo de bobina giratoria o de inducción. Los dos modelos más difundidos son los sistemas *Webster* y *Bosch;* el primero es de ba-

la tensión y el segundo de alta tensión.

103. Magneto Webster

El campo magnético es producido por un imán en U que tiene en sus extremos dos piezas de hierro en forma de E (fig. 105). El rotor, en forma de una X, puede deplazarse angularmente, tomando así las posiciones indicadas en (a) y (b).

Hay dos poderosos resortes que actúan con un efecto de torsión sobre el eje de la pieza en forma de X, de manera que tienden a mantenerla en la posición indicada en la figura 105 (a). Cuando se quiere poner el motor en marcha, se hace dar vuelta al volante hasta situar el primer cilindro en el punto máximo de compresión (pasado el punto muerto), a punto de recibir la chispa y producir la ignición de la mezcla. Así las cosas, se desplaza angularmente el eje de la magneto, situando la pieza en forma de X en la posición (b): todo está a punto para poner en marcha el motor. Se prosigue el movimiento del volante, a mano, y se produce entonces el paso brusco de la pieza X de la posición (a) a la posición (b), produciéndose una poderosa y rapidísima variación del flujo magnético a través de los apéndices de las piezas en E, teniendo el del medio el bobinaje inductor: la corriente inducida se aplica al dispositivo de ignición, produciendo la explosión de la mezcla comprimida. Disponiéndose de un esfuerzo motor, hace dar varias vueltas al volante, poniéndose en marcha el motor.

La figura 106 indica las tres etapas de los desplazamientos del eje y la pieza en X por la acción de los dos resortes: (a) posición normal; (b) los resortes actúan con sus esfuerzos combinados para producir un par de fuerzas al eje; (c) representa con línea de puntos el estado transitorio de (b) a la posición (a). Esto se efectúa en una fracción de tiempo pequeñísima (de milésimas de segundo), representando la figura 107 la relación entre el tiempo y la intensidad de la corriente inducida en los devanados.

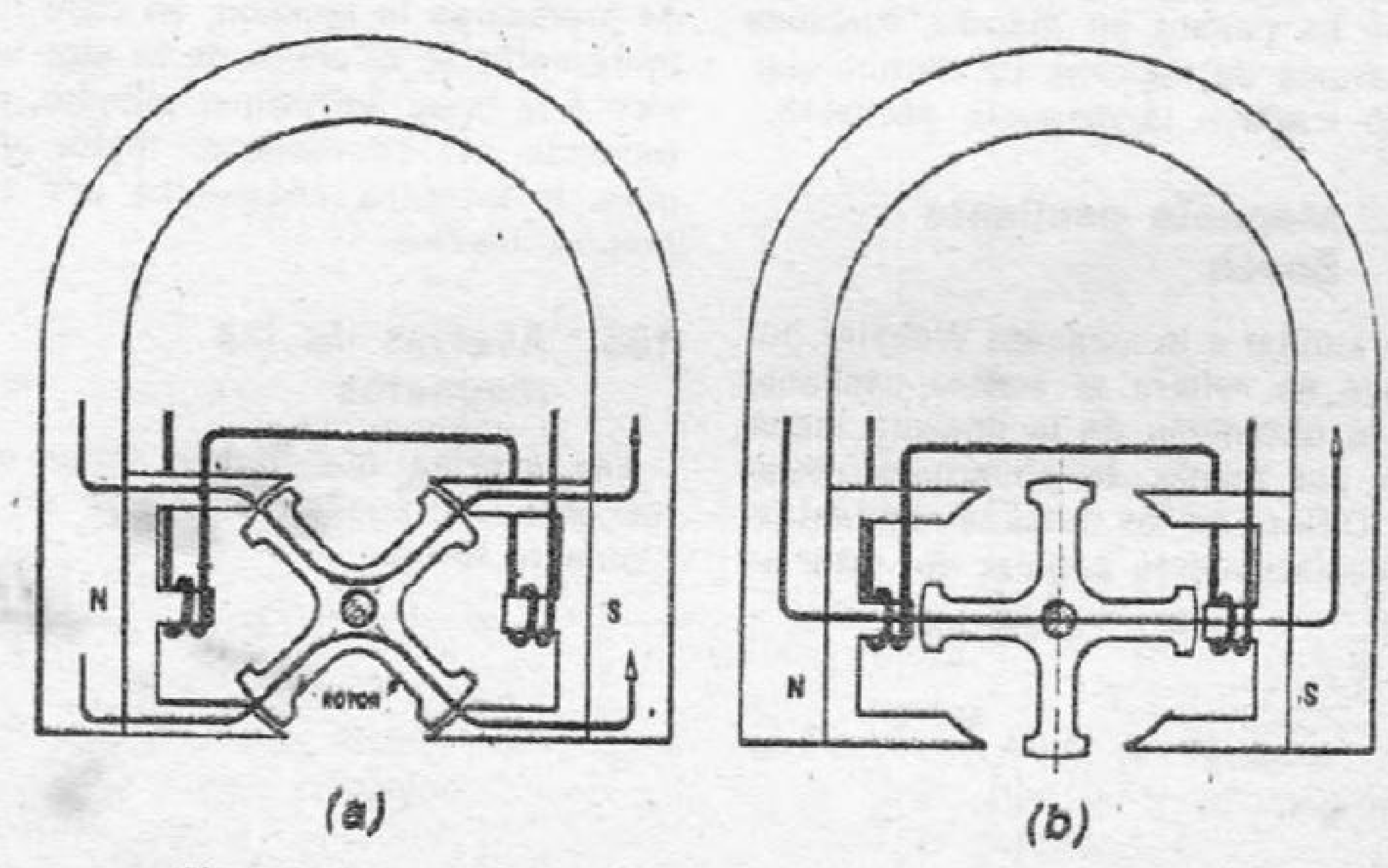


Fig. 105. Principio del funcionamiento de las magnetos oscilantes.

El sistema de la pieza retórica X y los dos resortes forman un sistema mecánico oscilante que, por efectos de inercia, produce varias oscilaciones amortiguadas; es lo que se representa en el diagrama de la figura 107. La primera oscilación se completa con medio ciclo negativo, producido por el movimiento inverso de la pieza en X al sobrepasar la posición de la línea

media del apéndice central de la pieza en E; las otras oscilaciones decrecen rápidamente.

La magneto Webster aplica la tensión producida en sus bobinajes directamente a un dispositivo de ignición especial, que se sitúa en la cámara de compresión del primer cilindro, sobre cuya culata se coloca nuestra magneto. Desde luego, en cuanto el motor ya se ha puesto en marcha, funciona el sistema de ignición del motor, quedando inactiva la magneto oscilante.

Fig. 106. Detalles del funcionamiento de la magneto Webster.

104. Magneto oscilante Bosch

Es similar a la magneto Webster por lo que se refiere al equipo oscilante y a la obtención de la energía mecánica: por medio de poderosos resortes. Difiere en los detalles siguientes: el desplazamiento angular del rotor se obtiene mediante una clavija fija al volante: al encontrar la palanca del rotor de la magneto hace que se desplace unos 30°, volviendo entonces hacia atrás por la acción de poderosos resortes que producen un intenso par de torsión sobre el eje del rotor. La figura 108 representa la forma en que se produce el desplazamiento angular del rotor por el movimiento circular de la clavija. El rotor de la magneto no difiere esencialmente de los dos de alta tensión: tiene dos devanados, el primario se rompe en el momento de producirse la ignición, en cuyo instante coincide el envío de la alta tensión a la bujía del primer cilindro, obteniendo así un esfuerzo motor que pone la máquina en marcha por sus propios medios.

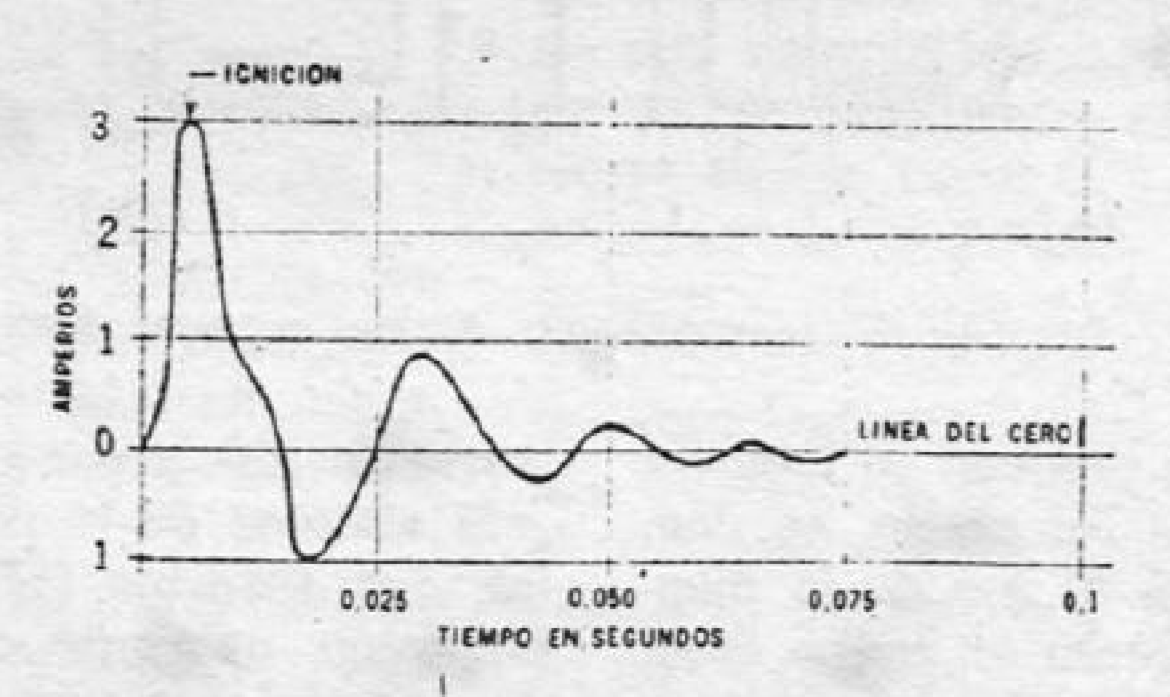


Fig. 107. Diagrama de la intensidad obtenida con una magneto Webster.

105. Averías de las magnetos

Las averías que puede tener una magneto se pueden clasificar en la siguiente forma:

1) **Imanes débiles.** El flujo magnético es insuficiente y en el bobinaje del rotor se genera una tensión inferior al valor normal, para que se pro-

duzca una chispa adecuada a la ignición de la mezcla. El arranque se efectúa con mucha dificultad: fallan las explosiones.

La comprobación de si un imán posee la suficiente intensidad magnética es fácil de realizar: debe poder elevar un peso de 10 kg cada imán, debiendo ser lo más uniformes posible todos los imanes de una misma magneto. Si un imán está roto, debe cambiarse por otro nuevo.

2) **Imanes invertidos.** Actúan como un cortocircuito de las líneas de fuerza, disminuyendo el flujo total. La magneto genera poca energía y las chispas, si se llegan a producir, son débiles y fallan las explosiones.

centramiento que repercute en fallas de las igniciones. Debe inspeccionarse esta parte mecánica y reemplazar las piezas que sean necesarias.

5) **Resorte roto.** Impide el funcionamiento regular de la magneto, debiéndose colocar uno nuevo. La tensión o fuerza que debe ejercer, está comprendida entre 450 y 550 g; medio kilogramo es el promedio adecuado. Si el resorte no actúa debidamente, fallan las igniciones cuando el motor funciona a gran velocidad, porque el ruptor no tiene tiempo de volver a establecer su contacto.

6) **Condensador defectuoso.** Produce fuertes chispas en los contactos,

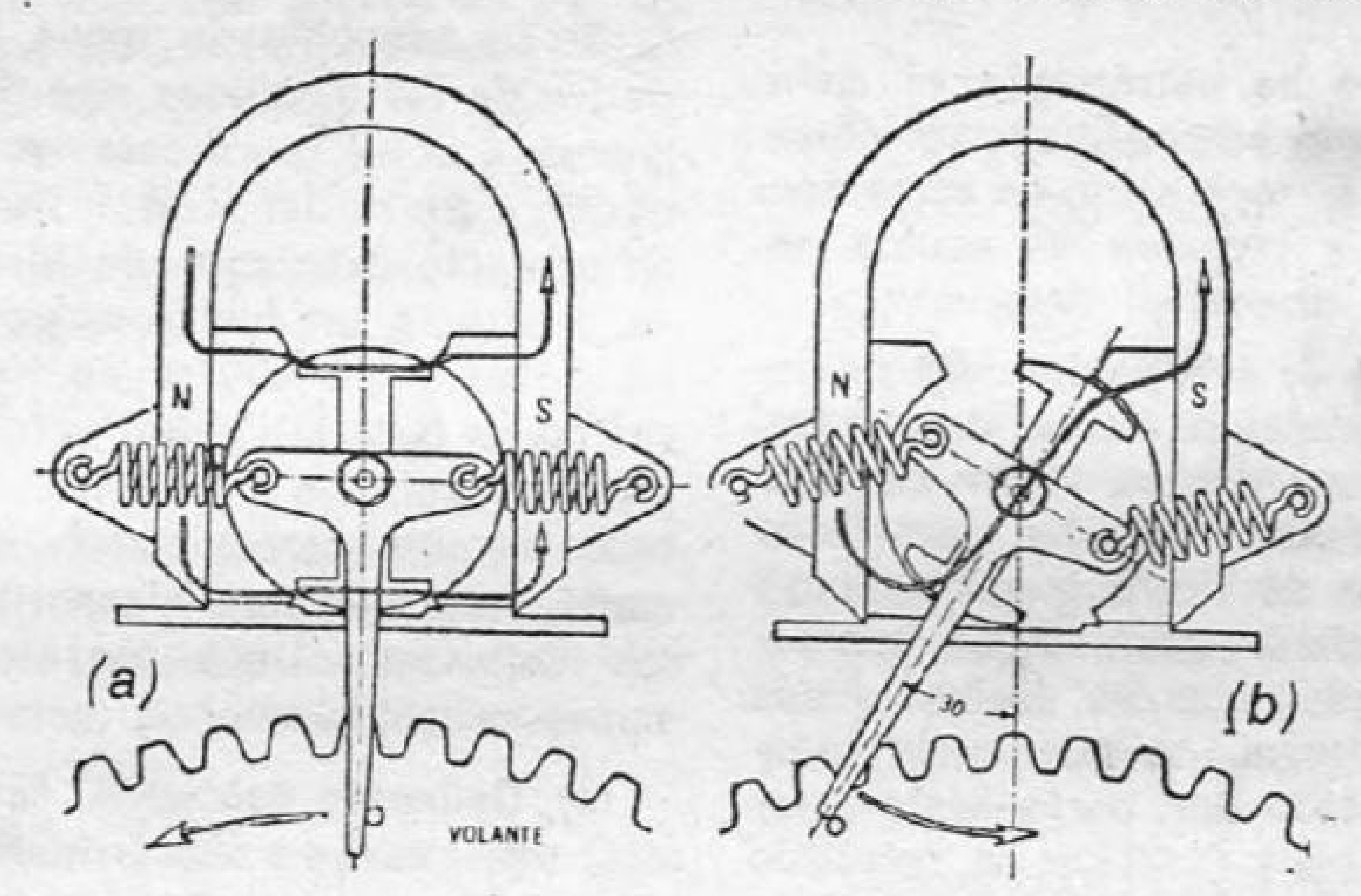


Fig. 108. Magneto oscilante Bosch: el rotor se desplaza por la acción del brazo de la pieza en forma de T.

Compruebe que todos los imanes tengan la misma polaridad (deben repelerse): todos los polos del mismo nombre deben estar colocados a un mismo lado.

3) **Contactos del ruptor.** Deben estar en perfectas condiciones. Se limpian con una tira de papel de lija 00, que se pasa entre ellos cuando estén juntos, para que se limpien y queden las superficies bien paralelas; su distancia máxima debe ser de medio milímetro. Cuide de consumir lo menos posible los contactos de platino.

4) **Eje torcido del distribuidor o cojinetes gastados.** Ocasionan un des-

que los destruyen rápidamente. Pruébese según las instrucciones dadas. No intente arreglarlo.

7) **Una conexión floja.** Ocasiona siempre una probable falla en la combustión. Todas las conexiones deben revisarse, empezando por limpiar las superficies en contacto, y luego apretarlas fuertemente, bajo tuerca, soldándolas a terminales siempre que sea posible, para evitar que con la trepidación queden flojas. Evite soldar usando ácido, que corroe los metales; utilice una buena pasta de soldar a base de resina, que evita este grave inconveniente.

8) Aislamiento de la bobina imperfecto. Ocasiona fallas en la ignición. Casi siempre esto es debido a que no se tiene la precaución de colocar puntas protectoras en el secundario; si se colocan, separándose sus extremos a una distancia de unos 7 mm, la chispa, cuando se produce un exceso de tensión, en vez de descargarse a la masa a través del primario, perforando el aislamiento interpuesto, salta entre las puntas. Este exceso de presión eléctrica puede ser debido a que una de las bujías tiene las puntas de los electrodos demasiado separadas, algún cable del distribuidor desconectado o las puntas de éste (llamado chispero de protección) están demasiado separadas.

Cuando se ha estropeado el aislamiento de una bobina, hay que poner otra nueva; la reparación es sumamente delicada y requiere un equipo especial para rehacer el devanado.

9) **Exceso de lubricación.** Se propaga por capilaridad a los devanados, haciéndoles perder su poder aislante. Se adhiere sobre todas las superficies una película de tierra que disminuye el poder aislante, permitiendo que pasen corrientes que se derivan hacia la masa o tierra. La poca y la excesiva lubricación son perjudiciales; como norma, cada 1 000 km de recorrido aplique media docena de gotas de aceite especial, de la mejor calidad, en cada sitio de la magneto donde deba ser lubricada.

10) **Anillo con el aislante roto.** Ocasiona una derivación a la masa, que se traduce por fallas parciales o totales del sistema de ignición: el motor difícilmente arranca.

11) **Distribuidor sucio.** Debe ser limpiado en una forma similar a la ya descrita. Los síntomas aparentes son fallas de las explosiones, sobre todo cuando el motor efectúa un trabajo rudo. Límpiese con un trapo mojado con gasolina cada 2 000 km de recorrido.

12) **Las escobillas del distribuidor.** Deben ser de la mejor calidad y se tienen que mantener en forma que hagan un contacto perfecto. Los resortes deben ejercer la presión adecuada, reemplazando las escobillas defectuosas o rotas por otras nuevas.

13) **La escobilla de masa** (característica de las magnetos que tienen cojinetes a bolas, para establecer la conexión a tierra del rotor). Debe hacer un contacto excelente, de lo contrario se producirá un fuerte chispeo entre las bolas y los anillos de los cojinetes por el contacto imperfecto que ocasiona la película de aceite. El resultado es una carbonización del lubricante, que ocasiona desperfectos en los cojinetes. Debe instalarse una nueva escobilla.

14) **Cojinetes gastados.** Mal centrados, ocasionan un descentramiento del eje y el rotor roza con las masas polares del campo magnético. Los cojinetes deben ajustarse o reemplazarse por otros nuevos, observando si esta anomalía no ha afectado al ruptor, en cuyo caso debe reajustarse.

Capítulo XIII

SISTEMAS ELECTRICOS DE LAS MOTOCICLETAS

106. Definiciones generales

Los sistemas eléctricos de las motocicletas son una reducción de los empleados en los automóviles. Tienen los circuitos siguientes:

1) Sistema de ignición (encendido);

2) Sistema de alumbrado (faros, luces y señales);

3) Señales acústicas: bocina, klaxon, etcétera.

La producción de la energía eléctrica para hacer funcionar estos sistemas tiene grandes variantes en las motocicletas; podemos clasificarlas en las siguientes:

a) Utilización de una magneto (tipo simple o completo);

b) Empleo de una dínamo y batería de acumuladores;

c) Uso de una magneto y una dínamo, combinadas;

d) Instalación de un generador de corriente alterna.

Las motocicletas de un cilindro tienen un sistema de ignición muy simple, sin distribuidor siquiera; en cambio, las de dos cilindros ya requieren un equipo similar a los que hemos estudiado para los automóviles. Cuando sólo se utiliza magneto, la instalación es muy sencilla; en cambio, si una dínamo carga la batería, entonces tenemos una instalación similar a la de un automóvil, aunque más reducida: menos luces, no hay motor de arranque, hay solamente una o dos bujías, etcétera.

107. Diversos circuitos de una motocicleta

En la figura 109 presentamos una motocicleta europea moderna: reúne las perfecciones técnicas que ha aconsejado la última gran guerra. Se trata de una máquina de dos cilindros, con dínamo, batería de acumuladores y magneto, formando ambos generadores una sola unidad, llamada "magdina" (contracción de las palabras magneto-dínamo).

Observando la figura 109, vemos que se ha prescindido de los detalles mecánicos de la motocicleta, representándose solamente lo indispensable: ruedas, manillar, horquilla delantera y guardabarros, haciendo así más evidente y clara la instalación eléctrica. El esquema se ha trazado en forma convencional, pues el amperímetro y el conmutador de circuito, en realidad, están montados sobre el faro, donde se indica "tablero". Gracias a estas simplificaciones y convenciones, los diversos circuitos aparecen claramente trazados, habiendo adoptado, además, para distinguirlos a primera vista, los trazos siguientes:

- Circuito de ignición: doble línea con puntos negros;

• Línea de la batería: doble línea fina sin trazos;

• Líneas de alumbrado: trazo grueso continuo;

• Circuito del chasis: línea gruesa interrumpida.

El punto principal de esta instalación es la magneto-dínamo, que descubriremos luego. La dínamo produce corriente continua destinada a cargar la batería, pasando previamente por el disyuntor y regulador a fin de obtener un equilibrio eléctrico perfecto entre la cantidad de energía producida y la que puede absorber el acumulador. La batería estando permanentemente cargada, se utiliza para el funcionamiento del sistema de alumbrado y de las señales acústicas, que se accionan por medio de uno o dos botones situados en el manillar. Las diversas combinaciones del sistema de alumbrado se efectúan fácilmente con un conmutador colocado sobre el faro, en un pequeño tablero que contiene el amperímetro, fiel guardián de toda la instalación.

La magneto, situada debajo de la dínamo, es del tipo de devanados giratorios, con ciertos detalles dignos de ser comentados, según veremos luego. Habiendo solamente dos cilindros, con una bujía en cada uno de ellos, el anillo colector está fraccionado, así comunica el impulso de la alta tensión a la bujía correspondiente en el preciso instante requerido, sistema de distribución sencillísimo que da excelentes resultados prácticos.

La batería de acumuladores es de relativa capacidad (comparada con las que usan los automóviles), debido a que solamente debe entregar energía al sistema de alumbrado y a la bocina. Capacidades de 20 Ah y 40 Ah son las más usadas.

El alumbrado se hace con cables flexibles, doble cubierta de algodón, formando un haz de conductores. Las uniones a los bornes correspondientes se hacen con terminales redondos, con tuercas y arandelas adhesivas, para evitar que se aflojen las conexiones debido a las vibraciones y fuertes trepidaciones a que están sometidas estas máquinas.

En resumen, los sistemas eléctricos de las motocicletas son mucho más sencillos que los de los automóviles. Donde difieren fundamentalmente es en el generador de energía eléctrica, que puede ser una magneto, una dínamo, una dínamo-magneto o un alternador, utilizando en la mayoría de los casos baterías de acumuladores para las luces y bocina.

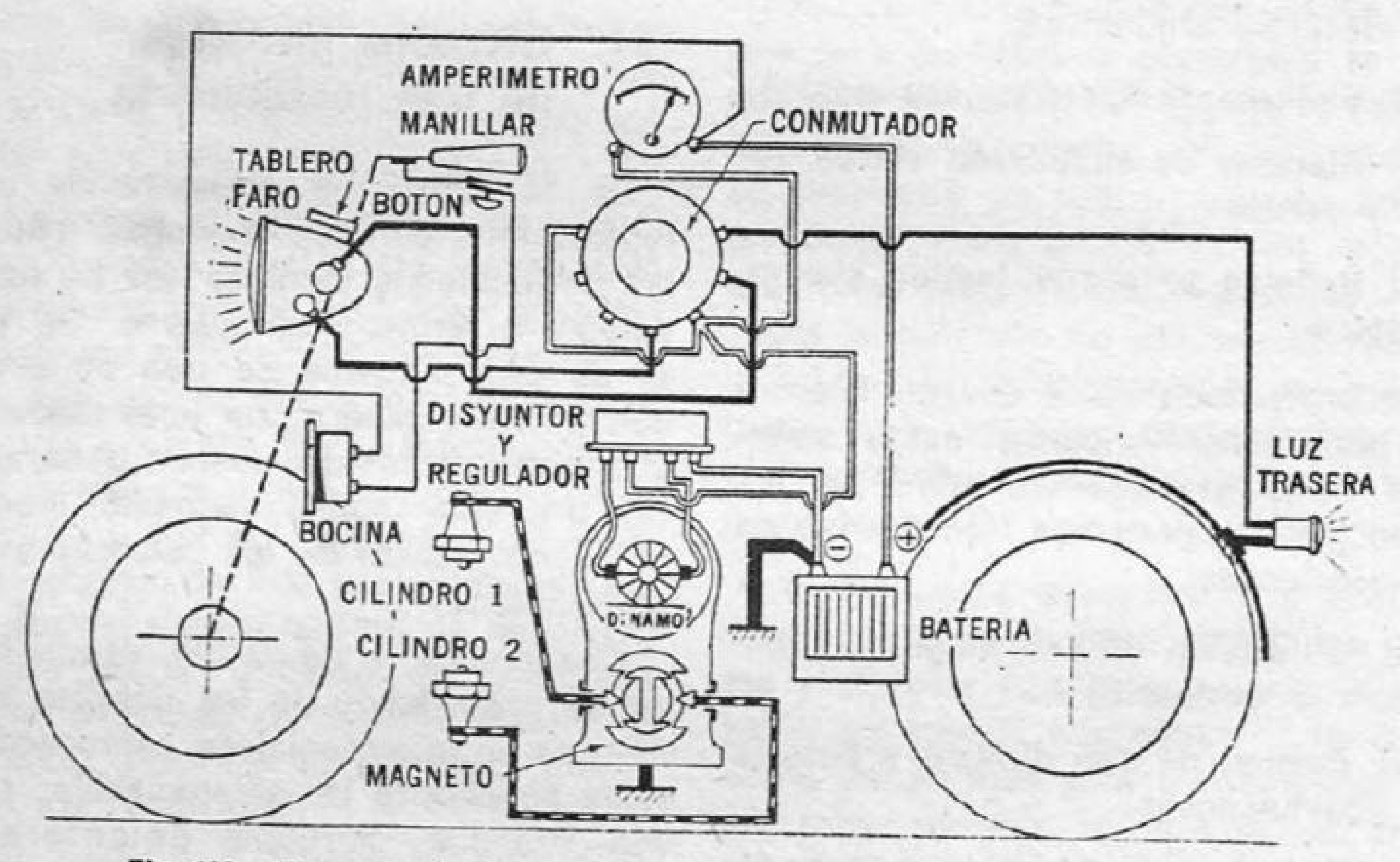


Fig. 109. Esquema de los sistemas eléctricos de una motocicleta moderna.

108. Volante magnético

En las motocicletas más económicas se utiliza un procedimiento muy sencillo y eficiente, que consiste en colocar en el volante del motor de explosión un imán en forma de corona, con cuatro polos (fig. 110), de manera que al girar lo hace también el campo magnético que produce dicho imán. Fijo al armazón de la motocicleta se coloca un disco (concéntrico al imán giratorio), en cuyo centro se colocan dos piezas situadas dentro del imán, quedando un pequeño entrehierro entre ellas. Para mayor claridad, representa la figura 111 las dos piezas interiores, y la figura 112, el imán rotatorio, colocado en el interior del volante del motor y formando parte del mismo.

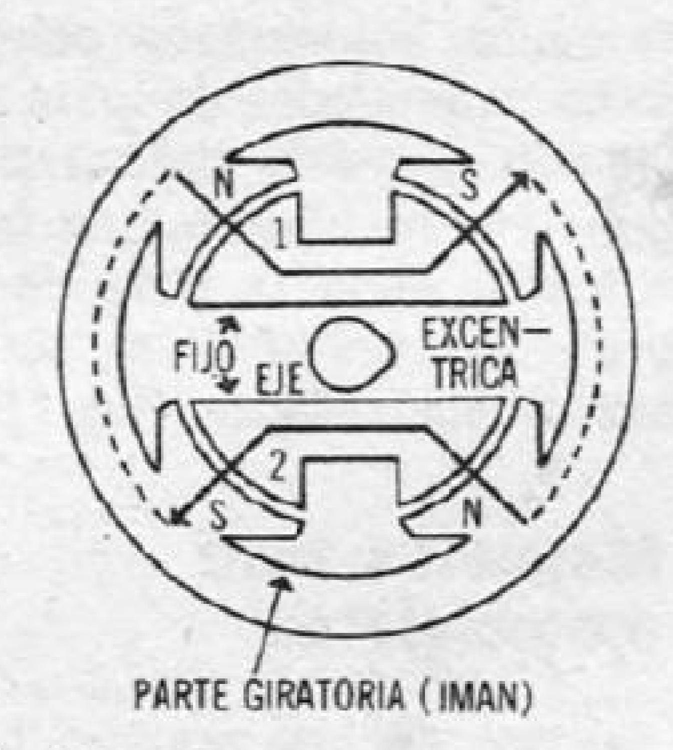


Fig. 110. Conjunto del rotor y estator que constituyen el volante magnético.

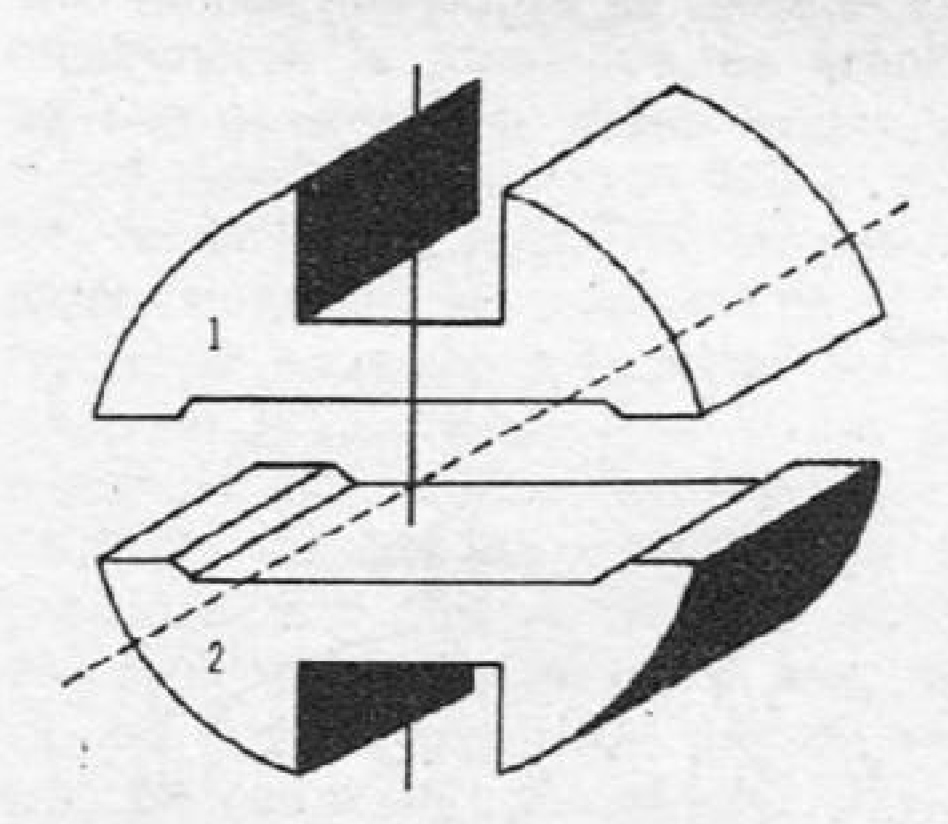


Fig. 111. Piezas de hierro que forman el rotor del volante magnético.

Es evidente que, al girar, el imán irá enfrentado, en los extremos de las piezas 1 y 2, polaridades norte y sur alternadas; por consiguiente, dichas piezas, que son de hierro, recibirán magnetizaciones sucesivas en sentidos inversos. Si ahora añadimos que en la parte central de estas dos piezas se coloca una bobina, ya vemos cómo el movimiento giratorio del imán puede producir energía eléctrica en los dos devanados que abrazan las piezas fijas 1 y 2; uno de ellos sirve para generar la corriente necesaria a la ignición, y el otro, para el faro y la lámpara trasera. La figura 113 representa las piezas 1 y 2 con sus correspon-

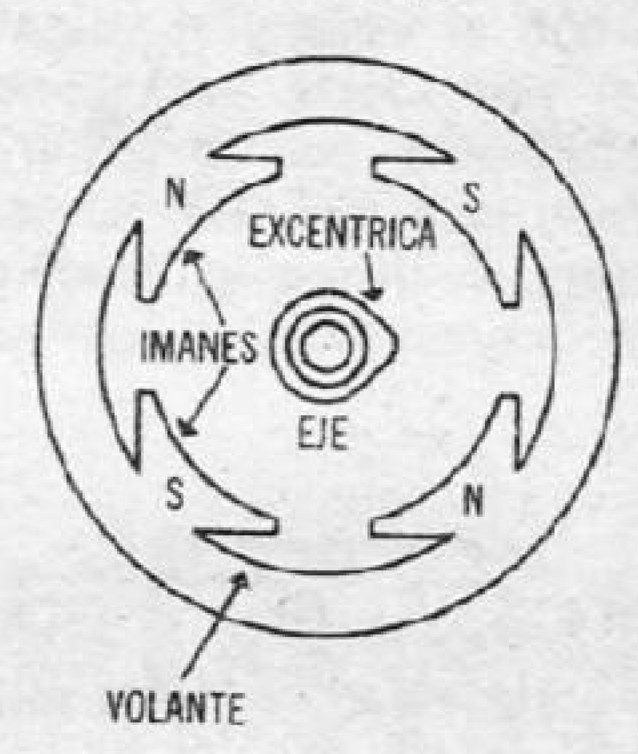


Fig. 112. Estator, con sus polos magnéticos alternadamente dispuestos.

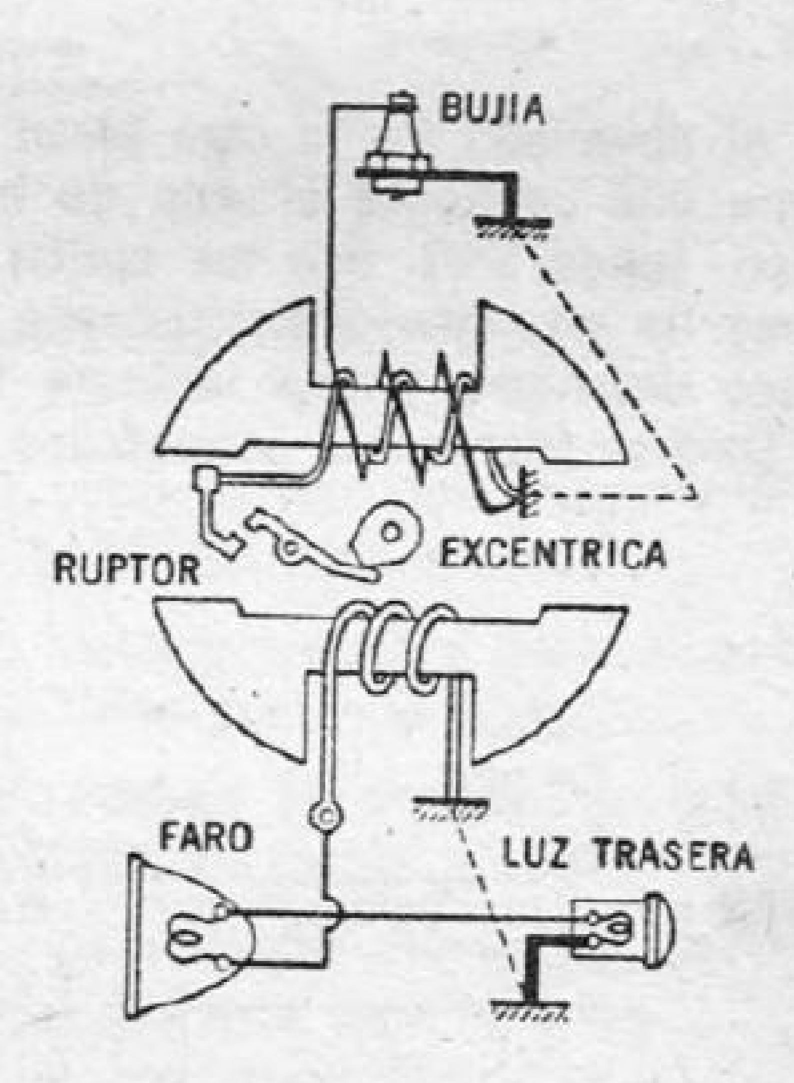


Fig. 113. Conjunto del volante magnético. En la pieza superior se devanan los bobinajes para el sistema de ignición, y en el interior, una bobina de pocas espiras genera el voltaje necesario para las lámparas.

dientes devanados y los circuitos a que están conectadas: de ignición y alumbrado.

El bobinaje del circuito de ignición es similar al de las magnetos de alta tensión, interrumpiéndose el circuito primario por medio de una excéntrica que gira con el imán y el volante del motor; el secundario está conectado permanentemente con la bujía, pues, no habiendo más que una, no necesita distribuidor: la chispa salta en el momento de interrumpirse el primario.

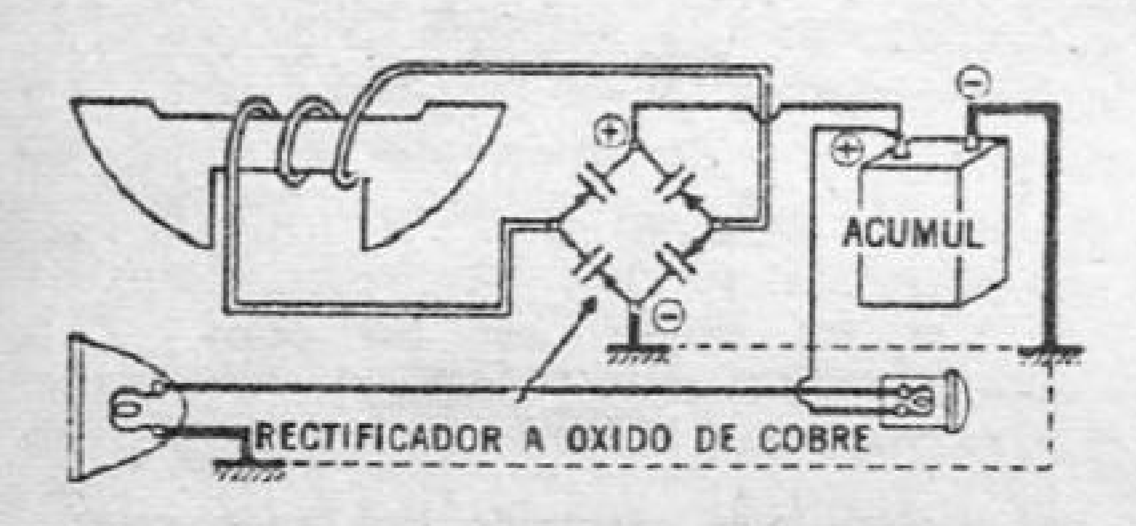


Fig. 114. El volante magnético produce corriente alterna. Con un rectificador a óxido de cobre (rectificador seco) se puede cargar una pequeña batería.

En el devanado de la otra pieza se obtiene una corriente alterna de baja tensión (unos 5 V) que se aplica al sistema de alumbrado, consistente en un faro delantero y una lámpara trasera (ambos filamentos conectados en serie), cerrándose el circuito a través de la masa metálica del armazón de la motocicleta. Aunque la corriente es alterna, el brillo de las lámparas es normal.

Como al parar el motor de explosión ya no se tiene luz, se ha dispuesto una pila seca capaz de producir el encendido de los dos foquitos. Este inconveniente se ha solucionado colocando un pequeño acumulador de unos 20 Ah, interponiendo entre la bobina generadora de corriente alterna y la batería un rectificador seco (a base de óxido de cobre) que proporciona corriente redrezada al acumulador (fig. 114).

109. Magnetos para motocicletas

Son del tipo de alta tensión, con los bobinajes giratorios. Según sean las motocicletas de uno o de dos cilindros, hay diferencia en el contacto que toma la alta tensión; en las motos de un cilindro se establece contacto permanente con la bujía, tal como se representa en la figura 115, donde en el corte A-B podemos ver que la escobilla hace siempre contacto con la polea de garganta que hace de distribuidor de la alta tensión; es así porque con un solo cilindro es suficiente el sincronismo del ruptor desde el momento que se

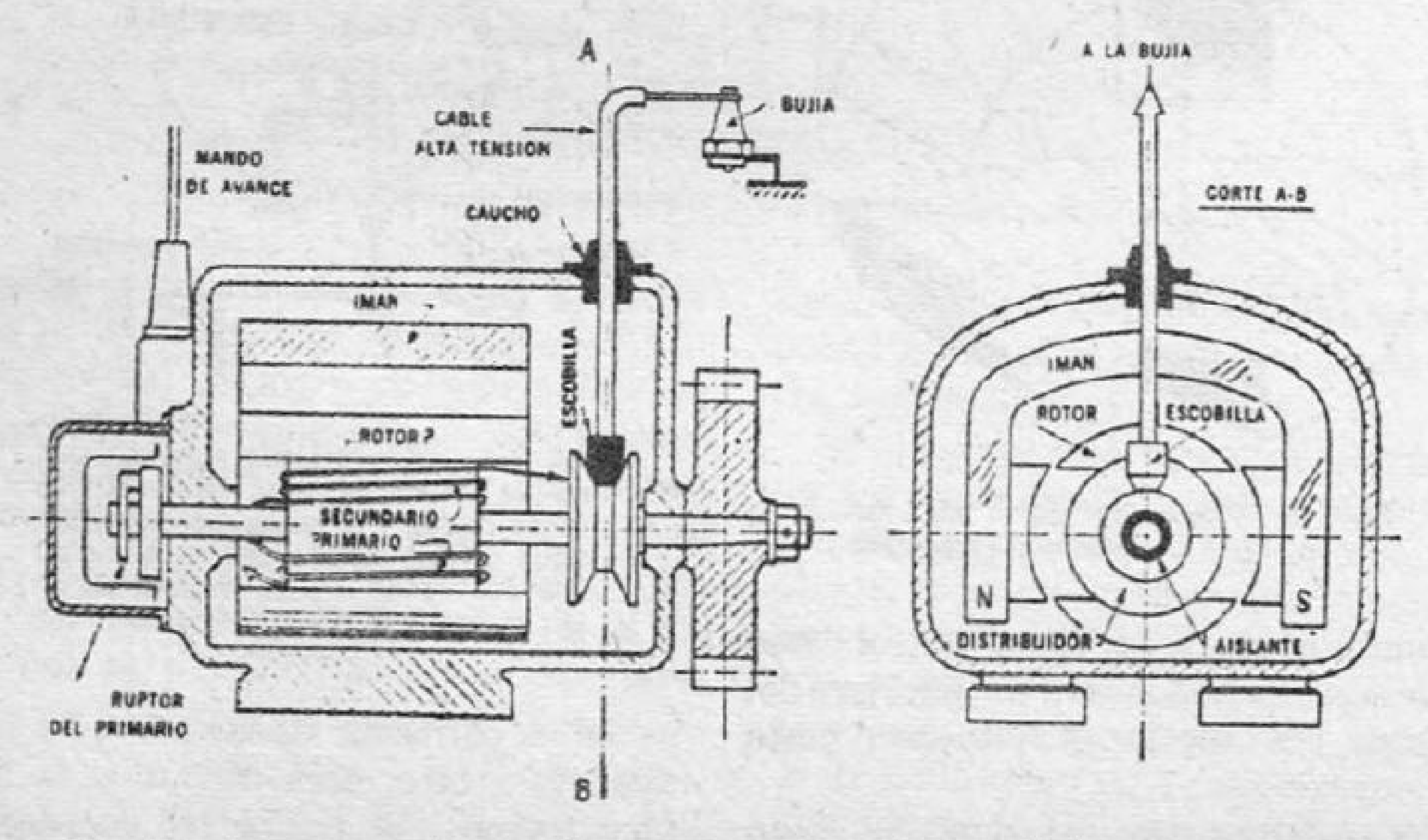


Fig. 115. Magneto de alta tensión para motocicleta de un cilindro: vista en corte longitudinal y transversal.

alimenta una sola bujía; en cambio, cuando hay dos cilindros, entonces es necesario canalizar debidamente los impulsos de la alta tensión a cada cilindro, lo cual se consigue fraccionando en dos el distribuidor, según se indica en la figura 116 (b). Con esta forma constructiva cada cilindro recibe, alternadamente, el impulso eléctrico necesario para la ignición de la mezcla, conducido por las dos escobillas colocadas a 180° (oposición) sobre la polea colectora.

ganos montados sobre un mismo eje; el significado de los números es el siguiente:

1, tapa, con borde garfilado, del interruptor de alta tensión;

2, interruptor de chispa sincronizado con el eje del motor;

3, leva que hace entrar en acción el gatillo del interruptor;

4, contacto alojado en el plato e interruptor sincronizado;

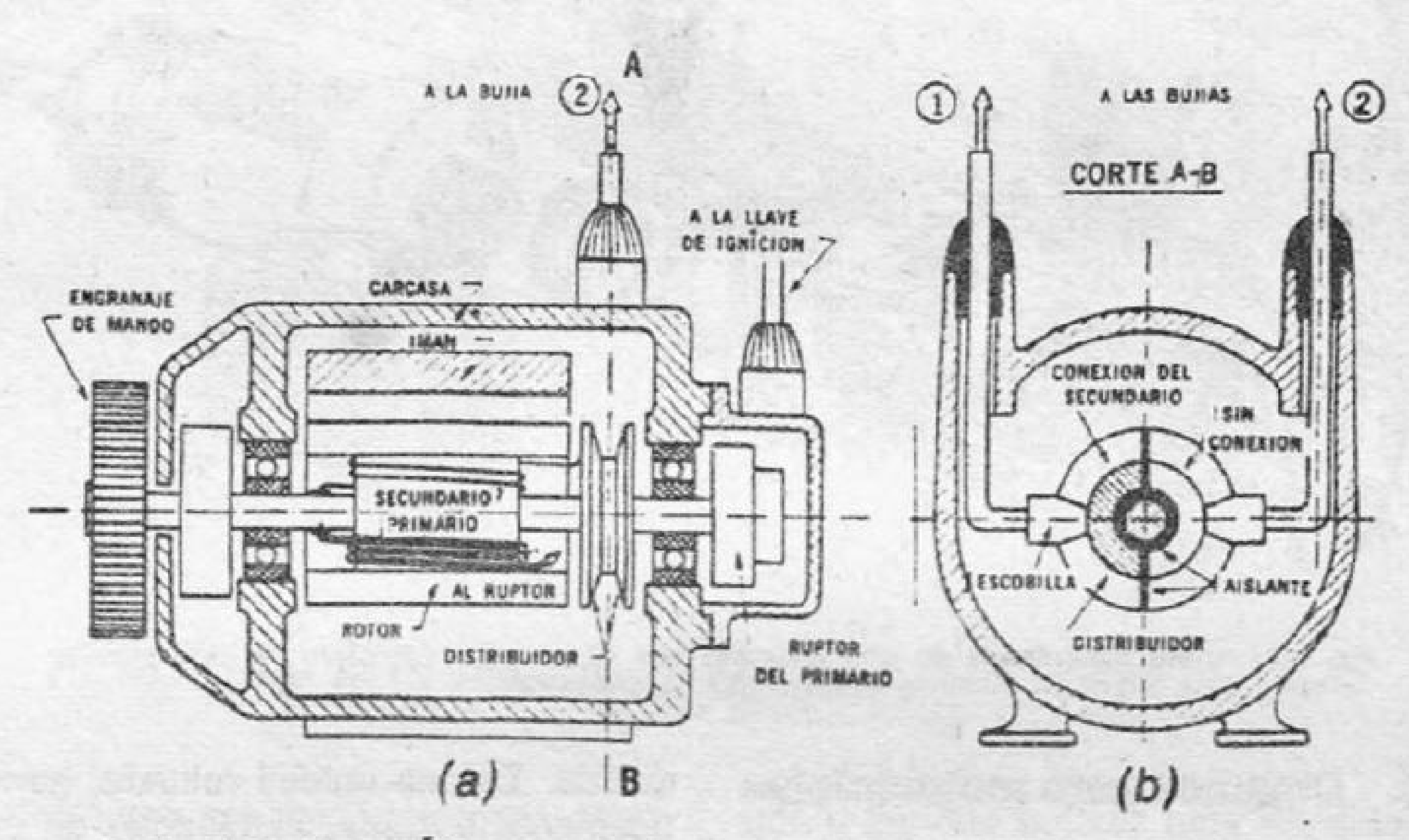


Fig. 116. Magneto de alta tensión para motocicletas de dos cilindros.

Los detalles complementarios: ruptor del primario, salida de los cables, etcétera, se aprecian claramente en la figura. El rotor gira a la mitad del número de revoluciones que el eje del motor de explosión y, teniendo la excéntrica dos lóbulos, resulta que se producen dos chispas a cada vuelta del rotor de la magneto, o sea, una chispa a cada revolución del eje motriz, proporcionando así una chispa, alternadamente, a cada cilindro.

En la figura 117 se representa una magneto, de fabricación inglesa, construida expresamente para motocicleta. La vista panorámica permite apreciar el detalle constructivo de sus diversos elementos, constituyendo un sistema de ignición completo, con un sincronismo perfecto por estar todos los ór-

5, suplementos que aseguran un cierre hermético del interruptor;

6, aislante de fibra para el cojinete de bolillas (rulemán);

7, rotor de la magneto, en cuya prolongación se monta el ruptor;

8, estator, con el imán y las expansiones polares bien visibles.

Este tipo de magneto es muy empleado actualmente en las motocicletas construidas después de 1950, por lo compactas, por su ajuste perfecto y por estar totalmente cerradas, evitándose que penetre tierra, aceite, etcétera. Están herméticamente cerradas, saliendo solamente el cable que va a conectarse a la bujía para comunicarle los impulsos eléctricos de alta

tensión en el preciso instante que debe producirse la ignición de la mezcla comprimida en el cilindro del motor.

ra, estando alojado en el extremo de la derecha del conjunto del mecanismo de distribución de la corriente pro-

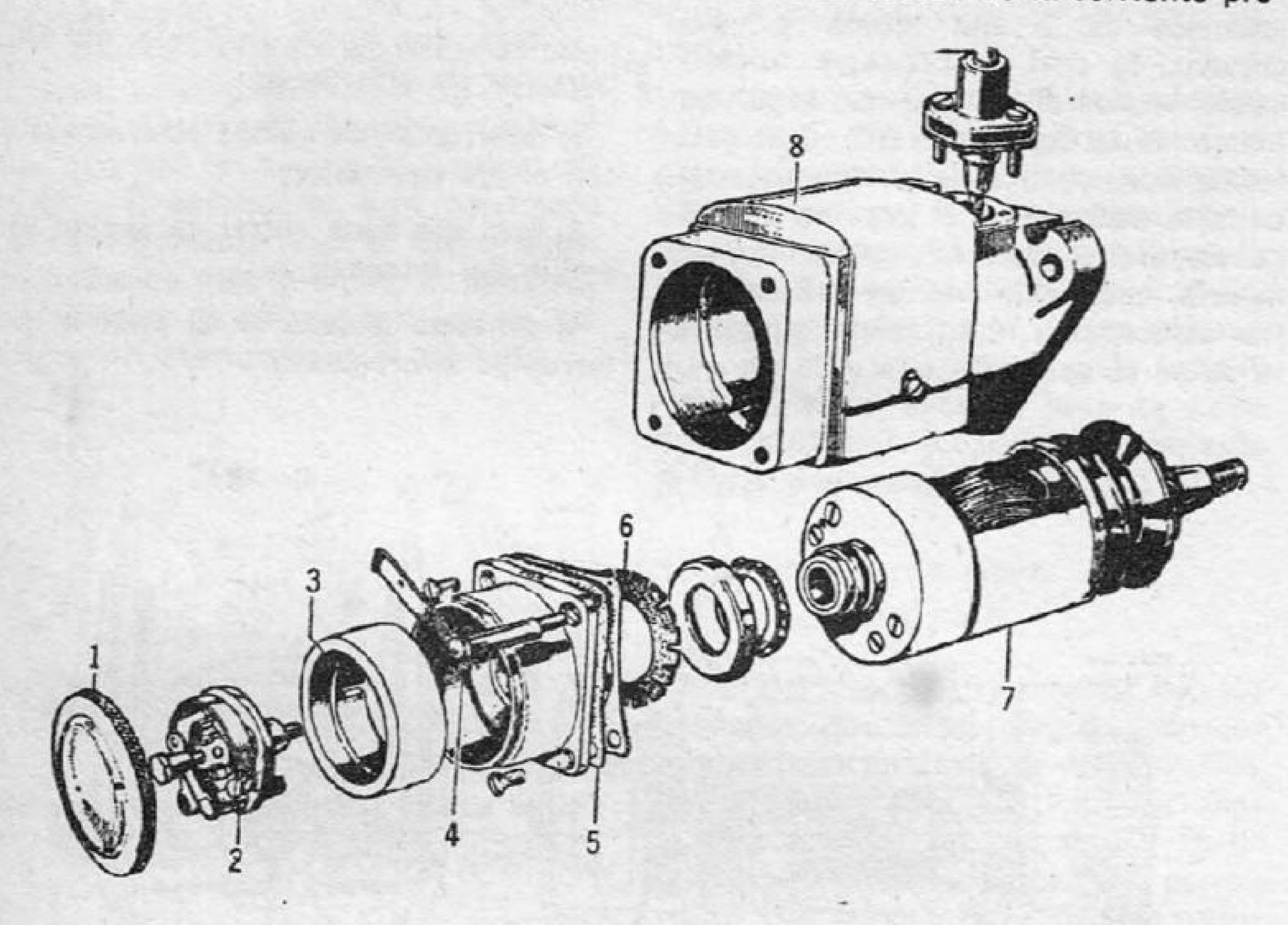


Fig. 117. Vista panorámica de una magneto con el sistema completo de alta tensión y distribuidor sincronizado.

110. Dínamos para motocicletas

Una gran mejoría en los sistemas eléctricos de las motocicletas se ha efectuado al equiparlas con una dínamo para producir la electricidad necesaria para los diversos equipos en forma permanente, gracias a la utilización de un acumulador que, con la dínamo, se carga en forma similar a los automóviles. Una bobina elevadora de tensión y un sencillo distribuidor (cuando la motocicleta es de dos cilindros) aseguran un funcionamiento perfecto del sistema de ignición, quedando asegurado el de las diversas luces, faro, etcétera, con la incorporación del acumulador, que acostumbra a ser de unos 30 Ah, similar en su construcción a los que emplean los automóviles.

Una dínamo de esta clase se representa en forma panorámica en la figura 118, para poder apreciar claramente sus detalles constructivos: inducido, colector, cojinetes de bolillas, etcétera, ducida. Es una unidad robusta, herméticamente cerrada, evitándose de esta manera que entre la suciedad de la tierra, lubricantes, etcétera, tan perjudiciales para su buen funcionamiento.

La dínamo representada es de fabricación inglesa y está equipada en las máquinas más modernas que actualmente se construyen en Inglaterra.

111. Magneto-dínamo

Son dos generadores de electricidad independientes, eléctricamente aislados entre sí, mecánicamente reunidos en un mismo armazón.

El conjunto lo representamos en la figura 119, viendo en la parte superior la dínamo (con una sola bobina inductora) y en la parte inferior la magneto con un imán en U. El mecanismo general está movido por engranajes (accionados por el motor de explosión), habiendo un acoplamiento mecánico flexible entre el eje de la magneto y

el de la dínamo para evitar cualquier inconveniente debido a la inercia del inducido de la dínamo al ponerse en marcha el motor; la magneto es la que recibe la fuerza.

La magneto es del tipo de alta tensión, devanados montados sobre el rotor, con ruptor del primario y regulación del avance en el mismo eje. El anillo colector (que comunica la alta tensión a las dos bujías), está dividido en dos partes, de tal manera dispuestas que sirven de distribuidor sincronizado.

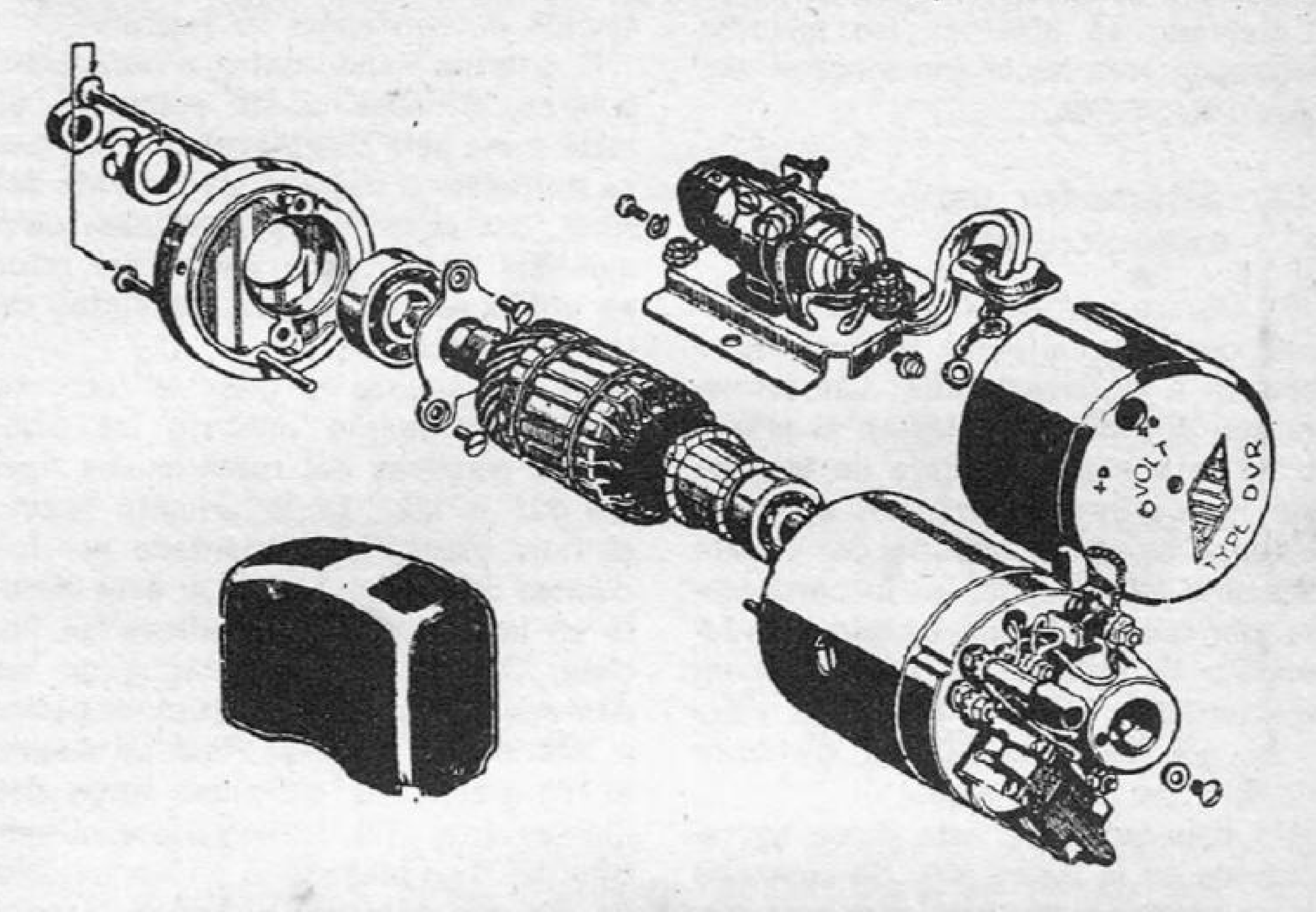


Fig. 118. Dinamo de 6 V especial para motocicleta, destinada a cargar una batería de 30 a 50 Ah.

La dínamo produce corriente continua que se aplica al disyuntor y al regulador, cargando así la batería en la debida y justa medida, según sea su estado de descarga.

Esta unidad doble reúne la máxima perfección en la producción de la ener-

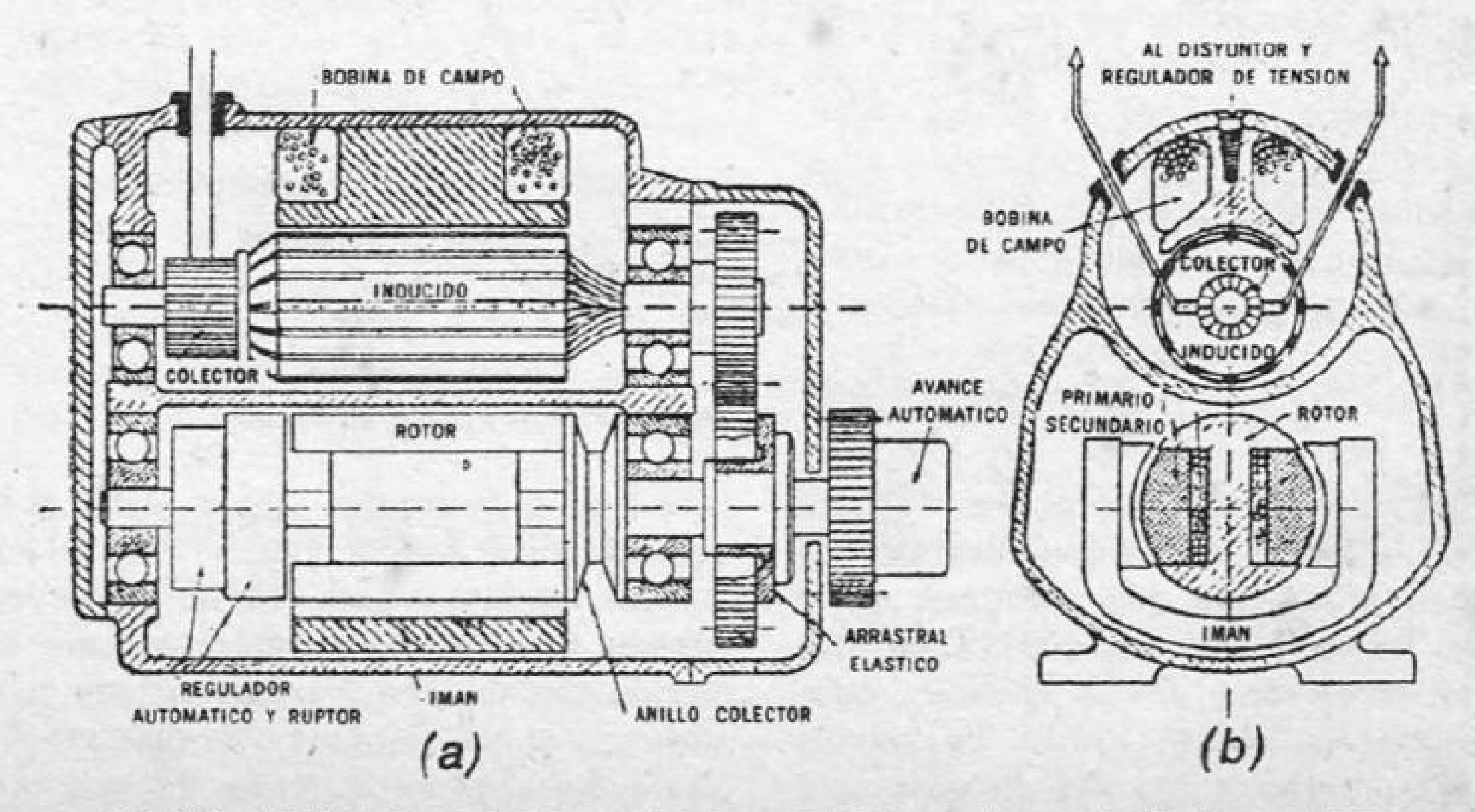


Fig. 119. Unidad de magneto y dinamo empleada en las motocicletas modernas.

gía eléctrica necesaria para accionar los diversos equipos eléctricos de una motocicleta: mediante el acumulador se consigue alimentar a los circuitos de luces y señales, mientras que con la magneto se obtienen los mejores resultados para hacer funcionar el sistema de ignición.

112. Alternador para motocicletas

En ciertas motos, el generador produce corriente alterna, lo cual tiene ventajas e inconvenientes. Las primeras son que puede aplicarse al primario de la bobina elevadora de tensión (sin necesidad de ruptor), para así disponer en el secundario del voltaje necesario a las bujías; los inconvenientes son que no puede cargarse directamente la batería sin interponer un rectificador y que las bombillas eléctricas son alimentadas con corriente alterna y parpadean algo.

Un generador de esta clase se representa en la figura 120. Se compone de un estator y un rotor, que para mejor comprensión dibujamos separadamente. Vemos que el estator (parte fija de la máquina) se compone de dos imanes arqueados que terminan en la parte superior en dos piezas de hierro y otras dos en la inferior, cuya finalidad es doble: servir de expansiones polares a los dos imanes y, a la vez, de circuito magnético a los núcleos de las dos bobinas. Excepto los imanes, las seis piezas suplementarias que forman el estator están construidas con láminas de hierro dulce, aisladas entre sí para evitar la formación de corrientes de Foucault.

El estator tiene cuatro expansiones polares, situadas a 90° entre sí; el rotor tiene seis dientes, siendo así que se enfrentan a cada 30° de rotación del rotor, con polaridades invertidas; esto significa que a cada vuelta del rotor se producen seis ciclos completos de corriente alterna.

Lo que sucede al girar el rotor se explica fácilmente mirando las posiciones relativas del rotor en las figuras 121 y 122. En la primera figura, el flujo magnético (orientado por los dientes del rotor) hace que éste circule en la dirección que indican las flechas: de izquierda a derecha en los dos núcleos de las bobinas, superior e inferior. Al girar el rotor un ángulo de 30 grados, se enfrentan otros dos dientes (fig. 122), invirtiéndose el sentido del flujo magnético en los núcleos de las dos bobinas; al volver a girar otros 30 grados, vuelve a obtenerse una nueva inversión, ahora igual a la representada en la figura 121, y así sucesivamente. Esta serie de inversiones del flujo magnético induce en los devanados una fuerza electromotriz alterna; si las bobinas se conectan en serie, se obtiene la suma de sus tensiones; en cambio, si se conectan en

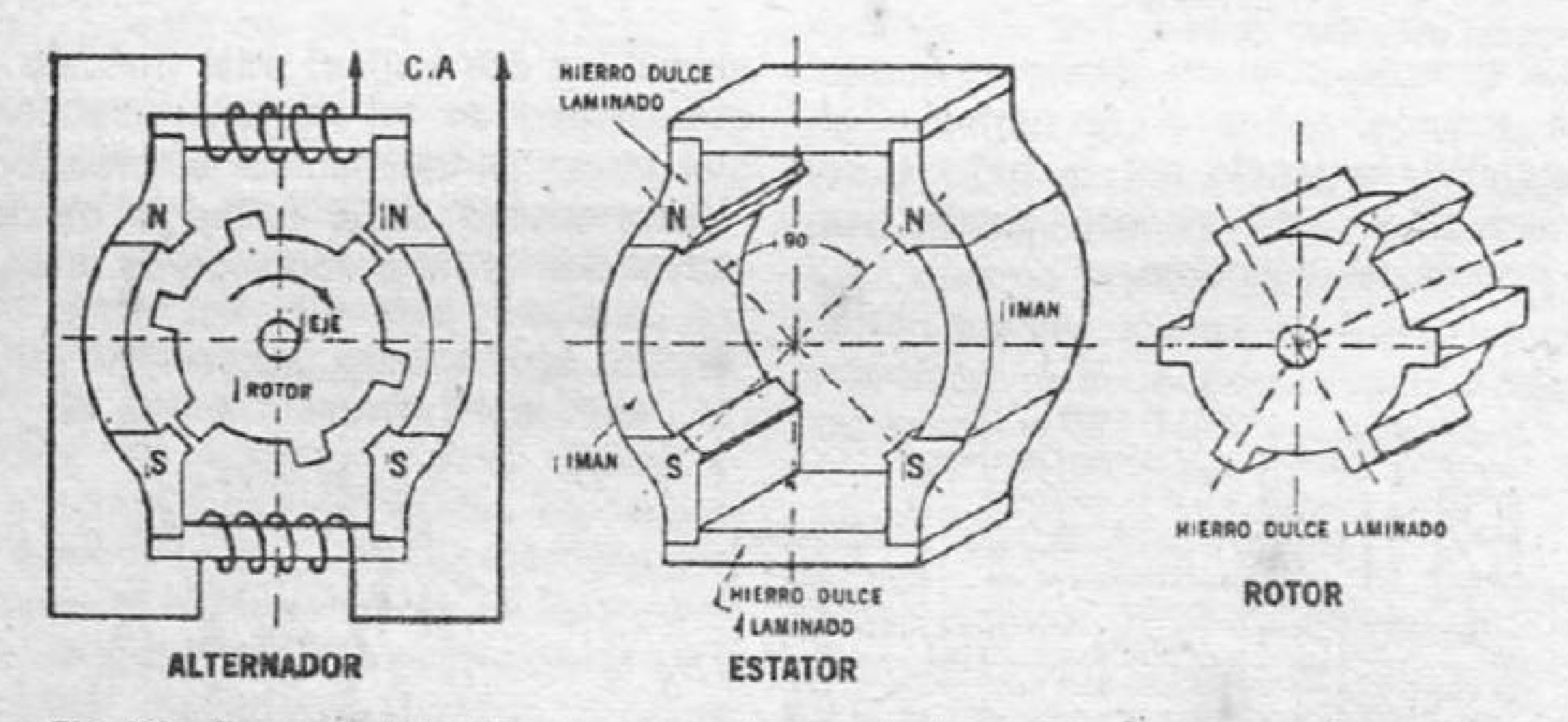


Fig. 120. Esquema del tipo de alternador empleado en ciertas motocicletas como generador de la corriente eléctrica para la ignición y el alumbrado.

paralelo, entonces se obtiene el voltaje que produce una de ellas, pero con doble intensidad. El alternador que estamos considerando produce una fuerza electromotriz de unos 8 V y una intensidad en el circuito primario capaz de inducir en el secundario tensiones e intensidades de tal magnitud que producen potentes chispas, de alta temperatura, que encienden instantáneamente la mezcla comprimida.

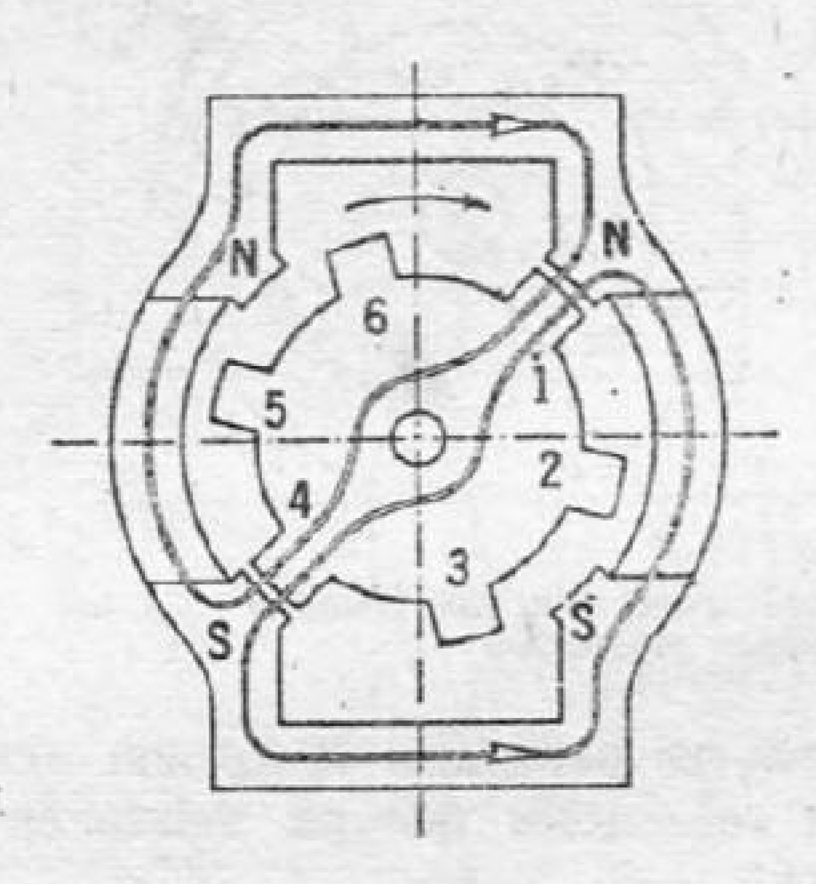


Fig. 121. Al enfrentarse dos salientes del rotor ante las expansiones polares del estator, se cierra el circuito magnético, cuyo sentido es el que indican las flechas.

Sobre el mismo eje del rotor están montados el ruptor del primario y el avance automático de la ignición, formando así una unidad completa. Si el motor es de un solo cilindro, el distribuidor es innecesario y el anillo colector es de una sola pieza, haciendo contacto permanente con la escobilla que establece el circuito con la bujía.

Desde luego, es posible utilizar una batería de acumuladores de pequeña capacidad (unos 20 Ah) con el fin de asegurar una fuente de energía para las luces y la bocina; en tal caso es necesario adoptar un rectificador seco.

113. Motocicleta europea sencilla

Este tipo de moto es sumamente sencillo, según podemos apreciar observando la figura 123, que es la representación simplificada de la parte mecánica para hacer más evidente la instalación eléctrica.

El generador de energía es un volante magnético, teniendo solamente un faro delante y una luz trasera. También se construyen con rectificador seco y batería de acumuladores de unos 20 Ah. Entre las marcas que utilizan este sistema podemos mencionar las siguientes: Ambassador, Douglas, Excelsior, Francis-Barnett, James, Matchless, Norman, Royal Enfield, etcétera, todas ellas de fabricación inglesa; en Bélgica, las motocicletas Gillet; en los Estados Unidos de Norte América lo emplea sólo la moto Servi-Cycle, y en España, las marcas Lube y Soriano. Todas ellas, sin excepción, son máquinas de un cilindro y de precios más económicos, estando sus potencias comprendidas entre 1,5 y 3 CV.

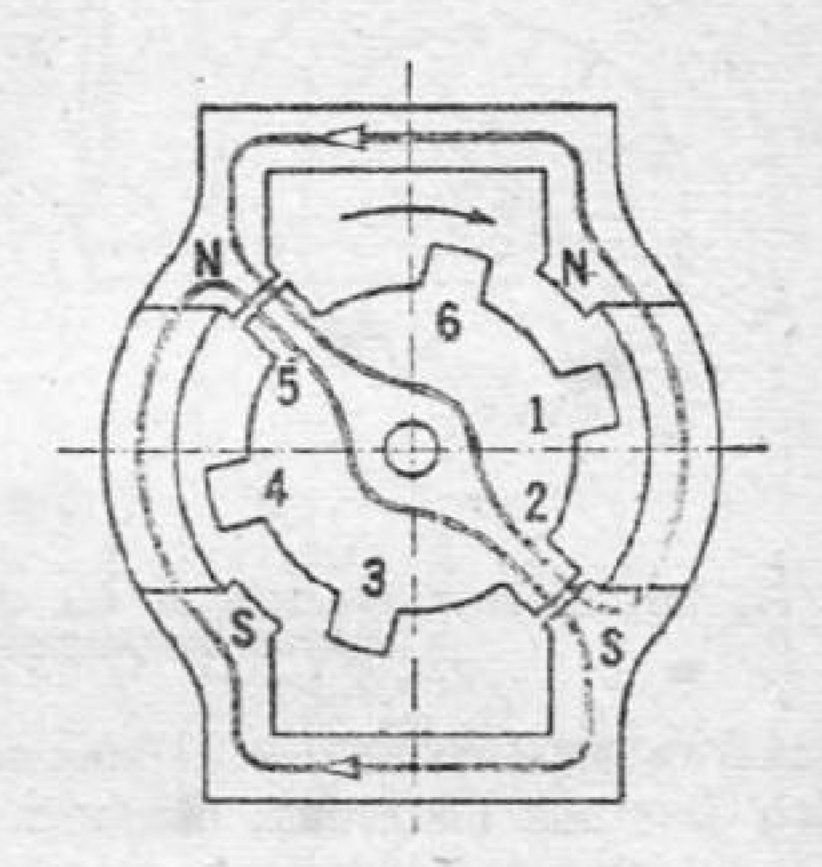


Fig. 122. Al continuar la rotación, el rotor enfrenta dos de sus dientes ante otras dos de las extensiones polares: el sentido del campo magnético es opuesto con respecto del de la figura anterior.

Este tipo de motocicleta está destinado a las personas que utilizan este procedimiento de locomoción como medio utilitario (para ir de su casa al trabajo, etcétera), por consiguiente, hay una cantidad enorme en circulación. Su consumo promedio es de 2 litros por cada 100 km.

114. Motocicleta inglesa tipo sport

Estas motos vienen equipadas con magneto o con dínamo. La figura 124

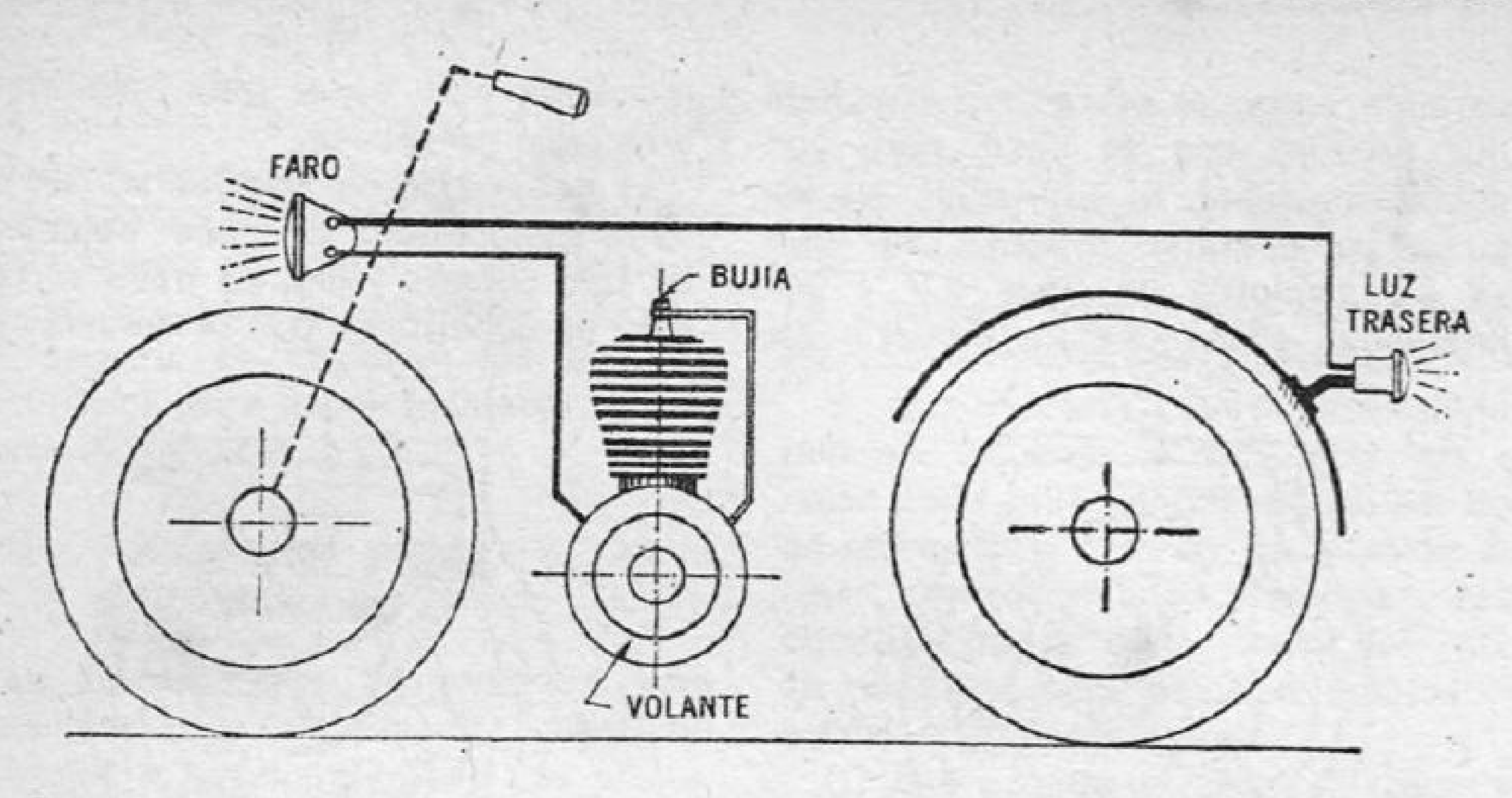


Fig. 123. Sistema eléctrico de las motocicletas con motor de dos tiempos. La corriente es producida por un volante magnético.

representa este modelo y el esquema de los diversos sistemas: magneto (o dínamo), batería, bobina elevadora de tensión, bujías, luces y bocina. Un conmutador permite hacer las interconexiones deseadas; el retorno de todos los circuitos se efectúa a través del armazón metálico de la motocicleta.

Si se utiliza una magneto, entonces se coloca un rectificador metálico para to, no es necesaria la bobina elevadora de voltaje que se indica en la figura.

115. Motocicletas norteamericanas

La instalación eléctrica de la moto representada en la figura 125 corresponde a las marcas Indian y Harley-Davidson. Funcionan a base de dínamo

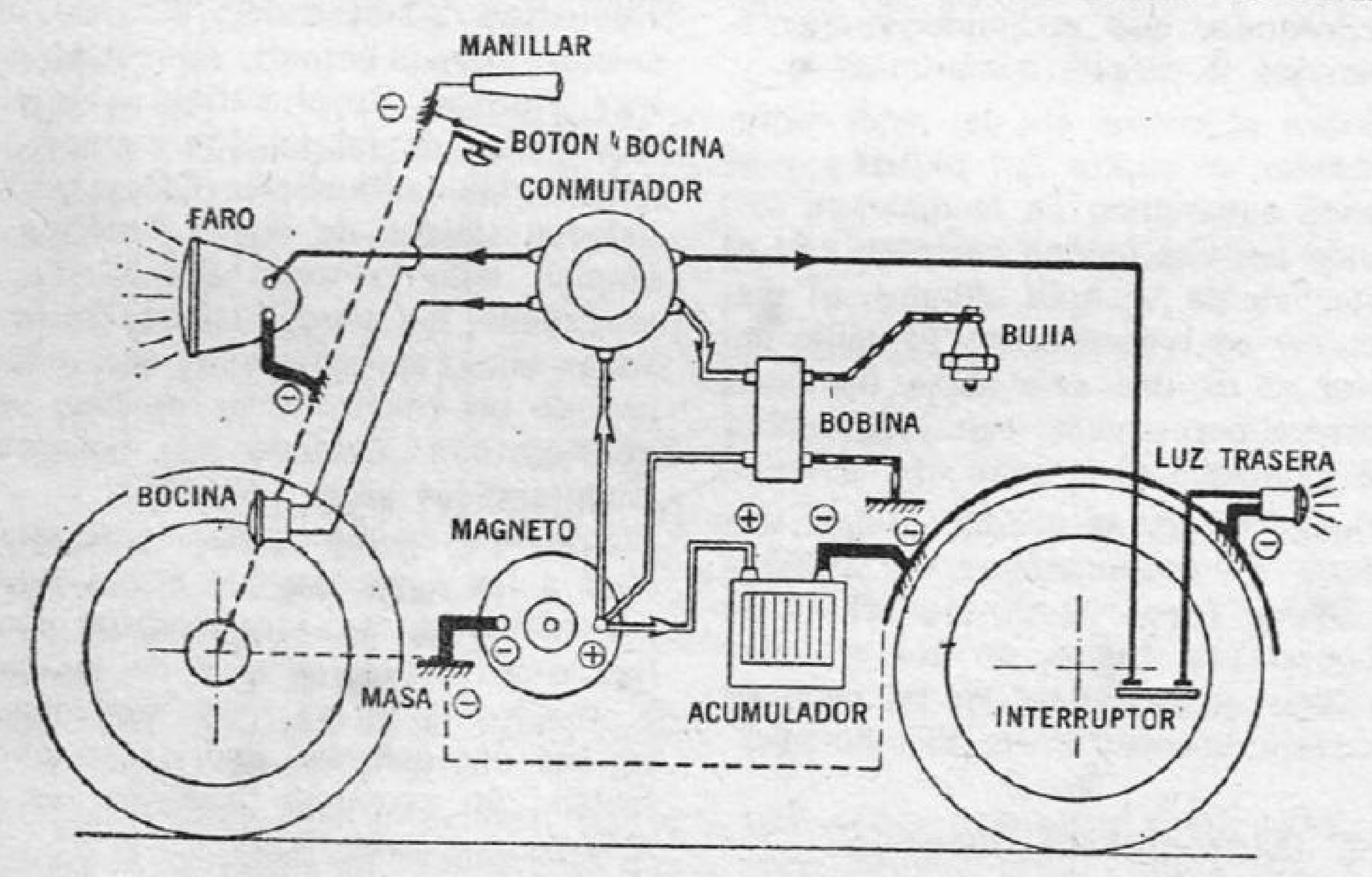


Fig. 124. Sistema eléctrico de una moto de un cilindro con magneto (o dínamo) y acumulador. Un conmutador controla el encendido de las diversas lámparas.

redrezar la corriente alterna y poder cargar la batería. El tipo de magneto usado es de alta tensión y, por lo tan- y batería, estableciéndose por medio de un conmutador (colocado sobre el faro) los diversos circuitos; a su iz-

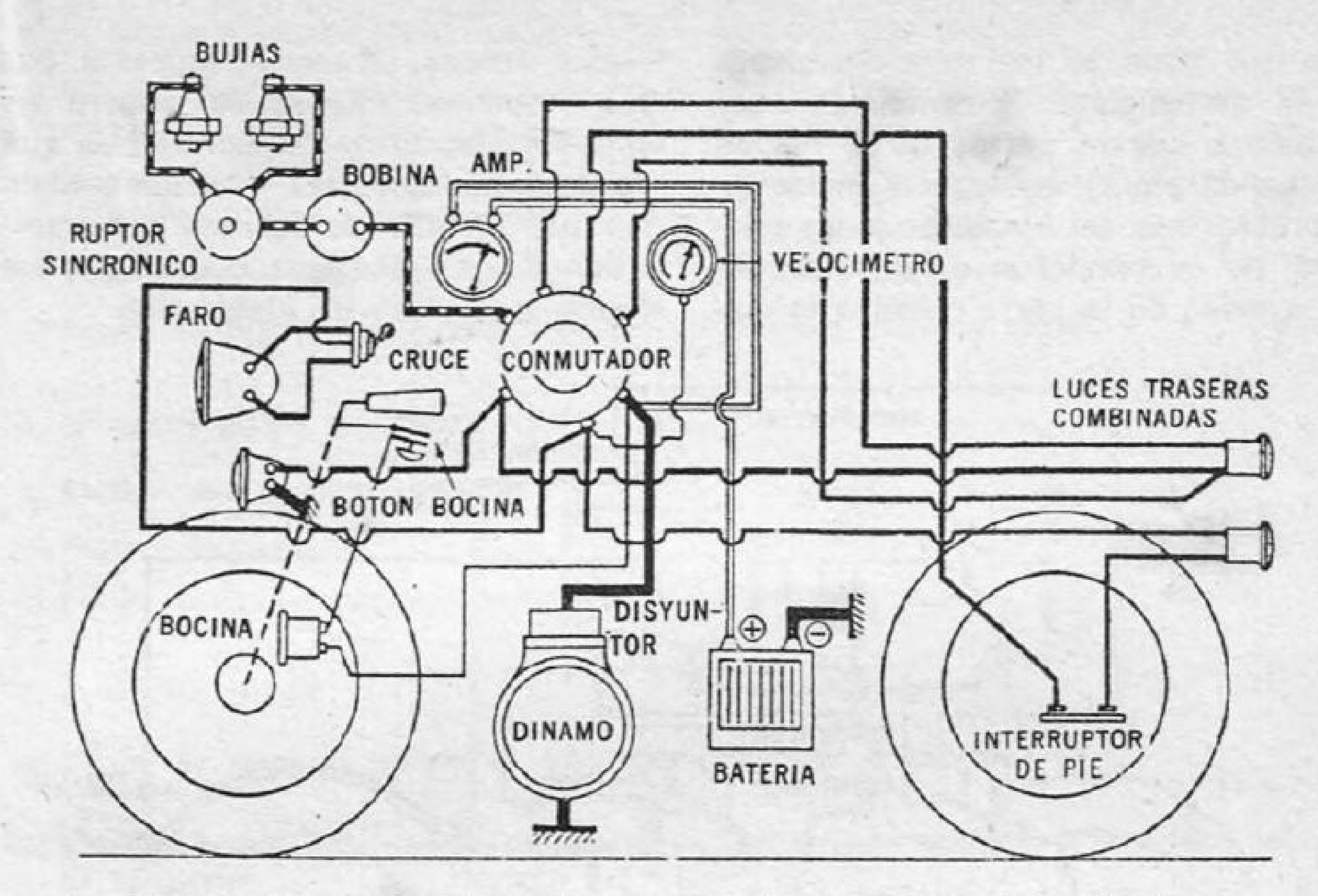


Fig. 125. Sistemas eléctricos de motos americanas (Indian, Harley Davidson).

quierda hay un amperímetro y a su derecha el indicador de velocidad. Estas motocicletas son de dos cilindros, tienen distribuidor de alta tensión y regulador de avance de la chispa; la dínamo tiene disyuntor y regulador automático para mantener la batería debidamente cargada. El **sistema de** ignición es similar al de los automóviles modernos, con bobina elevador a de voltaje, estando el ruptor sincrónico (lo mismo que el distribuidor) accionado por el eje de la dínamo.

Durante la última guerra, estas motocicletas han recibido muchas y notables mejoras, a tal punto que pueden considerarse (los modelos aparecidos desde 1947) como máquinas perfectas, difícilmente superables, pues han sido sometidas a las pruebas más duras y rudas, con los más satisfactorios resultados. Puede adaptarse sidecar y tienen asiento trasero, son máquinas para gran sport y de grandes posibilidades para tiempos de paz.

116. Motocicleta europea gran sport

Este modelo (fig. 126) es el tipo más perfecto que se construye actualmente en Europa. Para el sistema de ignición se utiliza una magneto, y una dínamo para cargar la batería, con disyuntor y regulador automático de tensión e intensidad. En un pequeño tablero (colocado encima del gran faro delantero) se encuentran el conmutador, que establece los diversos circuitos, y el amperímetro, cuyas indicaciones (sabiéndolas interpretar debidamente) sirven para saber el estado del funcionamiento de los diversos circuitos eléctricos de la moto. Tienen dos cilindros y la magneto (de alta tensión) lleva incorporado el mecanismo de distribución de la corriente a las dos bujías, así como el regulador automático del avance de la chispa, condensador, etcétera.

Este tipo de motocicleta representa la suma perfección que la técnica europea ha reunido en esta clase de autovehículos, lo mismo que el modelo representado en la figura 125 sintetiza la de la técnica norteamericana.

117. Averías en las motocicletas

Consideremos ahora una parte importantísima: las averías que pueden tener estas máquinas, concretándonos a los equipos eléctricos y la repercu-

sión que tiene su mal funcionamiento en la motocicleta. Extendemos este estudio a ciertas partes de la máquina cuando pueda dar lugar a malas interpretaciones del funcionamiento eléctrico, no ocupándonos en absoluto de las averías de la parte puramente mecánica, frenos, dirección, etcétera, por caer totalmente fuera del cuadro de esta obra; no obstante, las averías que dejamos de considerar son tan evidentes por sí mismas (cadena rota, tornillos flojos, etcétera) que no ofrece dudas la manera de arreglarlas.

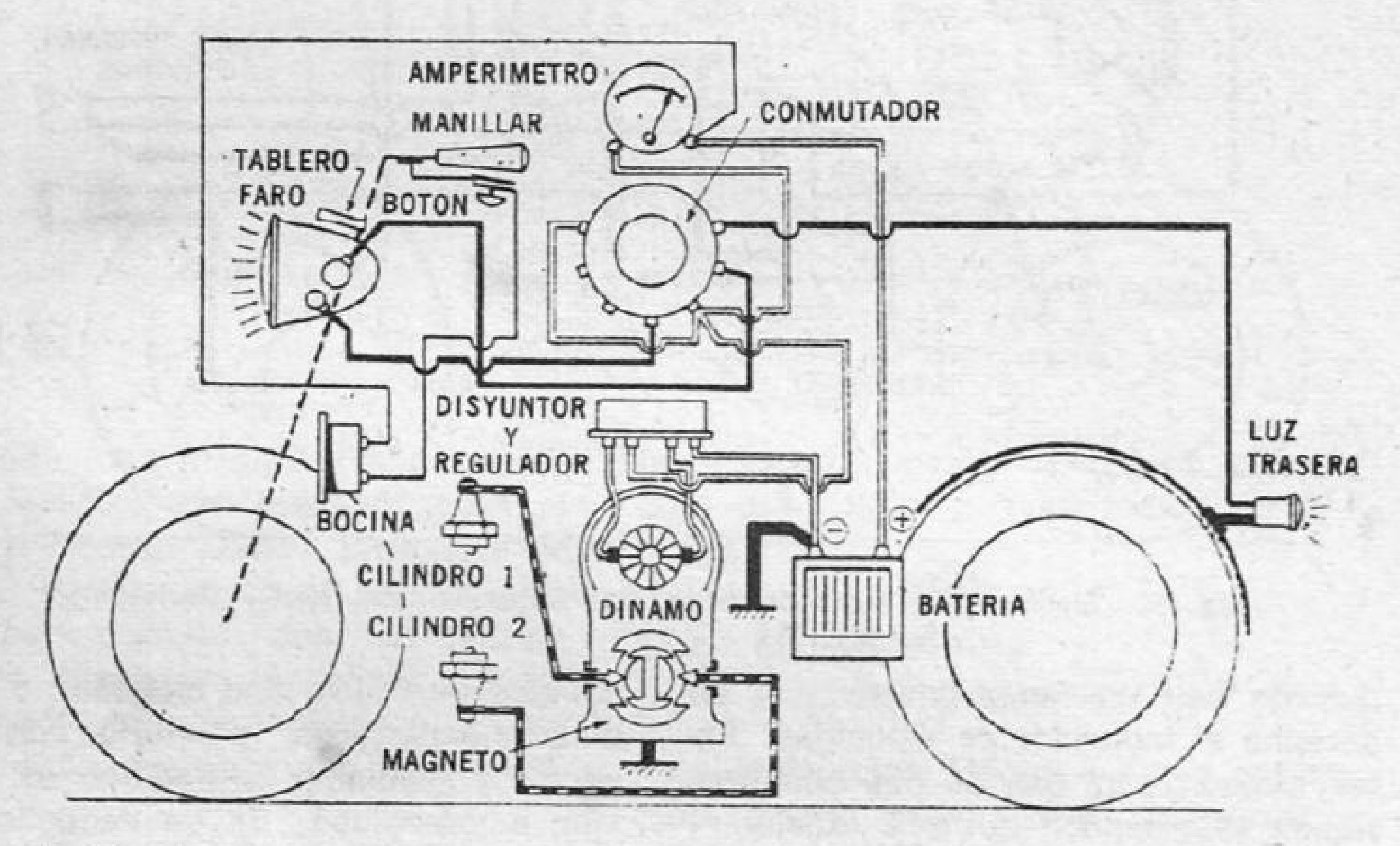


Fig. 126. Sistemas eléctricos de motocicletas europeas de dos cilindros, tipo gran sport.

AVERIAS EN LAS MOTOCICLETAS

I. Anomalías observadas en el motor

1. EL MOTOR NO FUNCIONA	LO QUE DEBE HACERSE
a) Batería descargada: las luces no se encienden o lo hacen con luz roja; la bobina no funciona.	Cargar el acumulador. Si se utiliza magneto, el acumulador no es la causa de la falla del funcionamiento.
b) Bujía con las puntas demasiado separadas o sucias.	Limpiarla. Ajustar su separación exactamente.
c) Ruptor del primario defectuoso por suciedad o mal ajustado.	Limpiarlo con alcohol. Ajustar los contactos de manera que queden bien paralelos.
d) Ignición mal regulada. El ruptor no se abre en el momento preciso.	El ruptor debe abrirse al final de la compresión, unos 4 mm antes de llegar el pistón a su punto máximo superior.

2. FALLAN EXPLOSIONES

a) Bujía sucia: en los electrodos hay carbonilla.	Limpiarla y ajustar la distancia entre sus dos electrodos: punta y masa.
b) El ruptor del primario funciona mal.	Revisarlo y ajustarlo bien.

3. EL MOTOR FUNCIONA REGULARMENTE	LO QUE DEBE HACERSE
a) **Con magneto:** escobilla de alta tensión sucia; algún contacto intermitente.	Limpiar el anillo, colector y la escobilla.
b) **Con bobina:** contactos flojos en el primario, el secundario o en el condensador.	Limpiarlos y apretarlos fuertemente.
c) Condensador en cortocircuito.	Revisarlo, cambiarlo.
d) Ruptor del primario sucio o desarreglado.	Revisar, limpiar y ajustar.

4. EL MOTOR PIERDE VELOCIDAD	
a) Excesivo avance de la ignición.	Comprobarlo. Lea 1, d).
b) Engrase deficiente.	Poner aceite nuevo y adecuado.
c) Pistón, bielas, etcétera, muy apretados.	Comprobar haciendo girar el volante a mano.

5. EL MOTOR "PICA"	
a) Exceso de carga si sucede al subir una pendiente.	Retardar la ignición.
b) Compresión excesiva: ocasiona un adelanto de la ignición.	Emplear combustible más adecuado. Retardar la ignición.
c) Exceso de avance de la ignición.	Ajustar el punto adecuado.

6. EXPLOSIONES EN EL CARBURADOR	
a) Si suceden al poner el motor en marcha con el pedal (con retroceso de éste), es debido a un exceso de avance de la ignición.	Comprobar si funciona bien el mando manual de la ignición, así como el control automático, si lo tuviese.
b) Mezcla pobre de combustible: produce autoignición de la mezcla comprimida.	Enriquecer la mezcla y verificar si el combustible tiene la graduación octánica adecuada

II. Averías en el acumulador

1. NO SE CARGA TOTALMENTE	LO QUE DEBE HACERSE
a) Cortocircuitos internos ocasionados por placas torcidas que se tocan, fondo de sedimento que alcanza a las placas y forma circuito, etcétera.	Limpiar, revisar, comprobar con el cadmio y, si se confirma un cortocircuito interno, cambiar la batería por otra nueva.
b) La dínamo no entrega bastante corriente a la batería.	Ajustar el regulador de voltaje y desplazar la tercera escobilla (en el sentido de rotación del inducido) hasta el punto necesario.
c) El disyuntor funciona mal.	Revisarlo: que se abra y cierre a los valores del voltaje que corresponda.

2. LAS LAMPARAS SE FUNDEN	
a) Hay exceso de corriente por hacer mal contacto con la masa el correspondiente borne de la batería.	Limpiarlo muy bien, rascando el terminal y la superficie del chasis; apretarlo bien.
b) La dínamo entrega excesiva corriente a las lámparas, bocina, etcétera, por estar mal regulada la tercera escobilla o por la causa anterior.	Comprobar la tensión dada por la dínamo; desplazar la tercera escobilla en sentido contrario al de rotación del inducido.

3. LA BATERIA SE CARGA EN EXCESO	LO QUE DEBE HACERSE
a) La dínamo entrega al acumulador demasiada corriente.	Revisar y ajustar el regulador de voltaje. Desplazar la tercera escobilla como en 2, b).

III. Defectos en la ignición

1. FUERTE CHISPEO EN EL RUPTOR	LO QUE DEBE HACERSE
a) Condensador abierto.	Cambiarlo por otro bien probado.
b) Contactos flojos del condensador.	Limpiarlos y apretarlos fuertemente.
2. MALA CONEXION BATERIA-MASA	
a) La bobina deriva una corriente excesiva y quema los contactos: ruptor, etcétera.	Limpiar la conexión y apretarla fuertemente con el armazón metálico.
b) Cable corroído, o roto.	Comprobarlo, cambiarlo.
3. FALLAS DE IGNICION EN TIEMPO HUMEDO	
a) Fugas de la alta tensión por las bujías.	Secarlas, evitar que se mojen con la lluvia.
b) Fugas en los cables de alta tensión.	Probarlos a 30 000 V, si acusan fugas por aislamiento defectuoso, cambiarlos.
c) Deviraciones a masa en el ruptor, distribuidor u otros puntos del sistema de ignición	Localizarlos y protegerlos con aislamientos suplementarios (tubos de goma, etcétera).

Capítulo XIV

SISTEMAS ELECTRICOS DE LOS AVIONES

118. Importancia de estas instalaciones

Actualmente, la aplicación de la electricidad en los aviones es de una importancia tan grande que constituye una rama especial de la ingeniería eléctrica, mucho más amplia y difícil que la de las instalaciones terrestres, pues deben tenerse en cuenta condiciones imperativas, como ser la máxima economía posible en el peso de las máquinas, aparatos e instrumentos; además, una garantía de seguridad casi absoluta de funcionamiento, a lo cual debe añadirse que el consumo de combustible y energía esté encuadrado en el gasto mínimo.

Todas las ramas de la electrotécnica están comprendidas en las instalaciones de los grandes aviones: generación de la energía eléctrica, distribución, protección, sincronización, conmutación, interrupción, etcétera, con el agravante que la mayoría de las operaciones deben hacerse mediante dispositivos telemecánicos, de cuyo funcionamiento depende en muchos casos la seguridad de navegación de la aeronave.

El primer punto que ha tenido que resolverse es saber si debía adoptarse corriente continua o alterna. Es durante la segunda guerra mundial que se ha comprobado que la corriente continua es utilizable en aviones que vuelen a menos de los 4 000 m de altura; es el caso de los grandes aviones comerciales transcontinentales y de vuelos dentro de radios de los 1 000 km. En cambio, cuando los aviones deben subir a grandes alturas (10 000, 12 000, 15 000 o más metros), la corriente continua es inutilizable, debido a que a tan bajas presiones atmosféricas se forman arcos en los interruptores, en la conmutación, etcétera, que pueden ocasionar incendios con suma facilidad. A título de ejemplo, a 12 000 m de altura la conmutación de tensiones tan bajas como 50 V produce arcos de longitud considerable que ponen en peligro el avión.

La corriente alterna ha tomado un gran incremento en las instalaciones de los grandes aviones, habiéndose adoptado la frecuencia de 400 cps como la más apropiada, después de haber ensayado las de 200, 240, 360, 400 y 800 cps. Con 400 cps permite velocidades de hasta 24 000 rpm en los motores, que son utilizadas en los giróscopos de a bordo, según veremos en este mismo capítulo. Respecto al número de fases, se han ensayado las corrientes monofásica, bifásica y trifásica. La primera creó serias dificultades; la segunda, si bien es cierto que con ella se obtiene una disminución de peso de la instalación, no permite la seguridad que se obtiene al acoplar en paralelo las generatrices y motores trifásicos, por cuyo motivo se ha preferido utilizar la corriente trifásica a 400 cps.

Indudablemente, a bordo de los aviones se necesitan tanto la corriente continua como la alterna, puesto que

hay instrumentos y aparatos que requieren corriente continua para su funcionamiento, sin contar que la reserva de energía para casos de fallas mayores se obtiene de baterías de acumuladores que permiten suplir electricidad hasta realizar un aterrizaje forzoso. La complejidad de las necesidades vitales a bordo de los grandes aviones hace que estas instalaciones constituyan una nueva modalidad, que requiere especialistas versados no sólo en todas las aplicaciones de la electricidad en las instalaciones terrestres, sino que lo amplíen y adapten a la navegación aérea.

Las explicaciones que siguen dan una idea de conjunto de las directrices que prevalecen en los aviones de mediana potencia, que emplean casi exclusivamente la corriente continua, excepto algún generador de corriente alterna para alimentar los instrumentos de pilotaje (giróscopos para obtener un horizonte artificial y la dirección azimutal) empleados en los vuelos de gran autonomía.

Este capítulo tiene, por consiguiente, una doble finalidad: 1) describir suscintamente los sistemas eléctricos utilizados en las aeronaves; 2) poner de relieve su enorme importancia futura para que todo técnico electricista de automóviles pueda orientar sus conocimientos y ser también un técnico electricista de aviación.

119. Características principales

Los aviones utilizados durante la guerra de 1914 a 1918 tenían un sistema eléctrico simplísimo: una magneto, unos alambres y las bujías. Actualmente utilizan, sólo en el alambrado de sus diversos circuitos, más de 6 000 m de conductores y, en ciertos grandes aviones, hasta unos 9 km de alambres de diversos diámetros.

Hasta 1920 los aviones tenían un sistema de ignición muy sencillo: una bujía por cilindro y una magneto con un interruptor colocado al alcance del piloto. Desde ese año empieza la verdadera evolución de la aeronáutica, por dedicarse una pléyade de ingenieros especialistas a perfeccionarla en todos sus puntos y aspectos. Actualmente se utiliza la doble ignición: cada cilindro tiene dos bujías, que funcionan independientemente, dando así una gran seguridad al sistema ígneo. Para ciertos tipos de aviones especiales se ensaya la triple ignición separada.

Las tensiones que se emplean en los aviones son de 6 V para las avionetas y de 12 y 14 V para los otros tipos de aviones. Sólo se utiliza corriente continua y las dínamos que la producen son universalmente casi idénticas (dínamos "Eclipse").

Actualmente, las aeronaves utilizan numerosos instrumentos de navegación: indicadores de velocidad, altímetros, medidores del nivel de líquido (agua, aceite, nafta, etcétera), todos los cuales funcionan con electricidad. Asimismo, emplean varios motores eléctricos destinados a reentrar las ruedas de aterrizaje, hacer funcionar diversas bombas (para producir el vacío, comprimir aire, desplazar agua, aceite y nafta) y otras finalidades, ya sea para la comodidad de los pasajeros o las necesidades del funcionamiento de las máquinas.

Los aviones modernos también tienen dispositivos de puesta en marcha de los motores, fundados en procedimientos distintos de los automóviles.

El sistema de alumbrado es actualmente muy complejo, habiendo tres clases fundamentales distintas, según se trate de aviones militares, grandes aviones comerciales equipados para volar de noche y aviones para cortos recorridos. Los primeros llevan sistemas especiales de señales luminosas para comunicarse entre ellos cuando navegan en escuadrillas, teniendo las cabinas construidas para que, exteriormente, no se vea ninguna luz, excepto cuando se requiere; los aviones comerciales de gran autonomía de vuelo (transoceánicos) son verdaderos barcos que vuelan, teniendo una complicada instalación eléctrica de luces y señales ópticas; finalmente, los aviones que sólo vuelan de día tienen un

sistema de iluminación eléctrica mucho más sencillo.

Los aparatos de radio que utilizan los aviones son sumamente sensibles, y por esto el sistema de ignición se protege blindando las magnetos y otros dispositivos, colocando los cables en tubos metálicos, evitando que ocasionen perturbaciones tanto al transmisor como al radiorreceptor. Además, los aviones modernos llevan incorporados diversos equipos radioeléctricos, tales como radiogoniómetro, localizadores, altímetros absolutos, mando de aterrizaje automático, etcétera y hasta receptores de televisión.

Si a todo esto añadimos que los aviones de las grandes líneas están sometidos a las más variadas temperaturas, pasando en pocas horas del clima ecuatorial al de las zonas frías de ambos hemisferios, así como (en pocos minutos a veces) del nivel del mar a alturas de varios millares de metros, se comprende que los diversos equipos eléctricos instalados en las aeronaves deben reunir condiciones especiales, pesar lo menos posible y estar construidos a prueba de vibraciones.

Por todo cuanto acabamos de explicar vemos que las instalaciones eléctricas de los aviones son muy complejas y que deben reunir condiciones técnicas muy especiales, por cuyo motivo vamos a concretarnos a describir el sistema de ignición y a dar nociones generales de la dínamo, de la batería y de otros mecanismos, para así tener una idea general de esta clase de equipos que aún están en su período de evolución técnica.

120. Sistemas de ignición de los aviones

Se utilizan dos métodos: 1) magnetos de alta tensión; 2) batería de acumuladores y bobina elevadora de voltaje, como en los automóviles. Generalmente se emplea una magneto y una bujía por cilindro en motores pequeños, y dos magnetos independientes (con dos bujías en cada cilindro) en los motores de más 100 CV.

Las ventajas que tienen la ignición dual son numerosas, entre las cuales pueden citarse las siguientes: a) una seguridad prácticamente absoluta en el funcionamiento del motor; b) mayor rendimiento de la expansión de los gases, pues si se suprime el encendido de una de las dos bujías, el motor disminuye su velocidad, prueba de que no actúa con tanta potencia; c) más perfecta combustión de la mezcla, debido a que se reduce el tiempo de propagación de la inflamación producida por dos chispas. Tan magníficos resultados se obtienen con la ignición dual que hasta se está estudiando aplicar la triple ignición en motores muy rápidos.

Se prefiere utilizar la magneto (en vez de batería y bobina) por las numerosas ventajas que ofrece, mereciendo mencionar las siguientes: a) menor peso muerto; b) chispas más potentes; c) la ignición no depende del estado de carga de la batería; d) se reduce el peligro de cortocircuitos por no haber energía almacenada cuando el avión está sin funcionar. Es por esto que la mayoría de las aeronaves funcionan con magnetos de alta tensión; no obstante, también hay aviones modernos con acumulador y bobina. Describiremos ambos métodos, así como los tipos especiales de bujías y baterías que emplean.

121. Sistema de ignición a magneto

Los elementos que constituyen el sistema de ignición de los aviones son los siguientes: a) magnetos de servicio; b) magneto de arranque; c) bujías; d) blindajes especiales para no perturbar la transmisión y recepción de los diversos servicios radioeléctricos empleados en aeronáutica.

Magnetos de servicio. Son las que se emplean durante el funcionamiento del motor. Hay otro tipo de magneto que se utiliza solamente para la puesta en marcha: es el "magnetín", que describiremos luego.

Las magnetos utilizadas en los aviones son del tipo Scintilla; sabemos que son de alta tesión, constituyendo verdaderos sistemas de ignición completos. Para mayor comodidad y compresión de las indicaciones que seguirán, en la figura 127 reproducimos las que ilustraron las explicaciones de la descripción de este tipo de magneto. de la figura 128, doble. Esta figura representa un sistema de ignición completo de un motor radial de 12 cilindros, produciendo cada magneto el encendido de una de las dos bujías que hay en cada cilindro.

Las magnetos dobles tienen la ventaja de reducir el peso muerto del avión y el grave inconveniente de que,

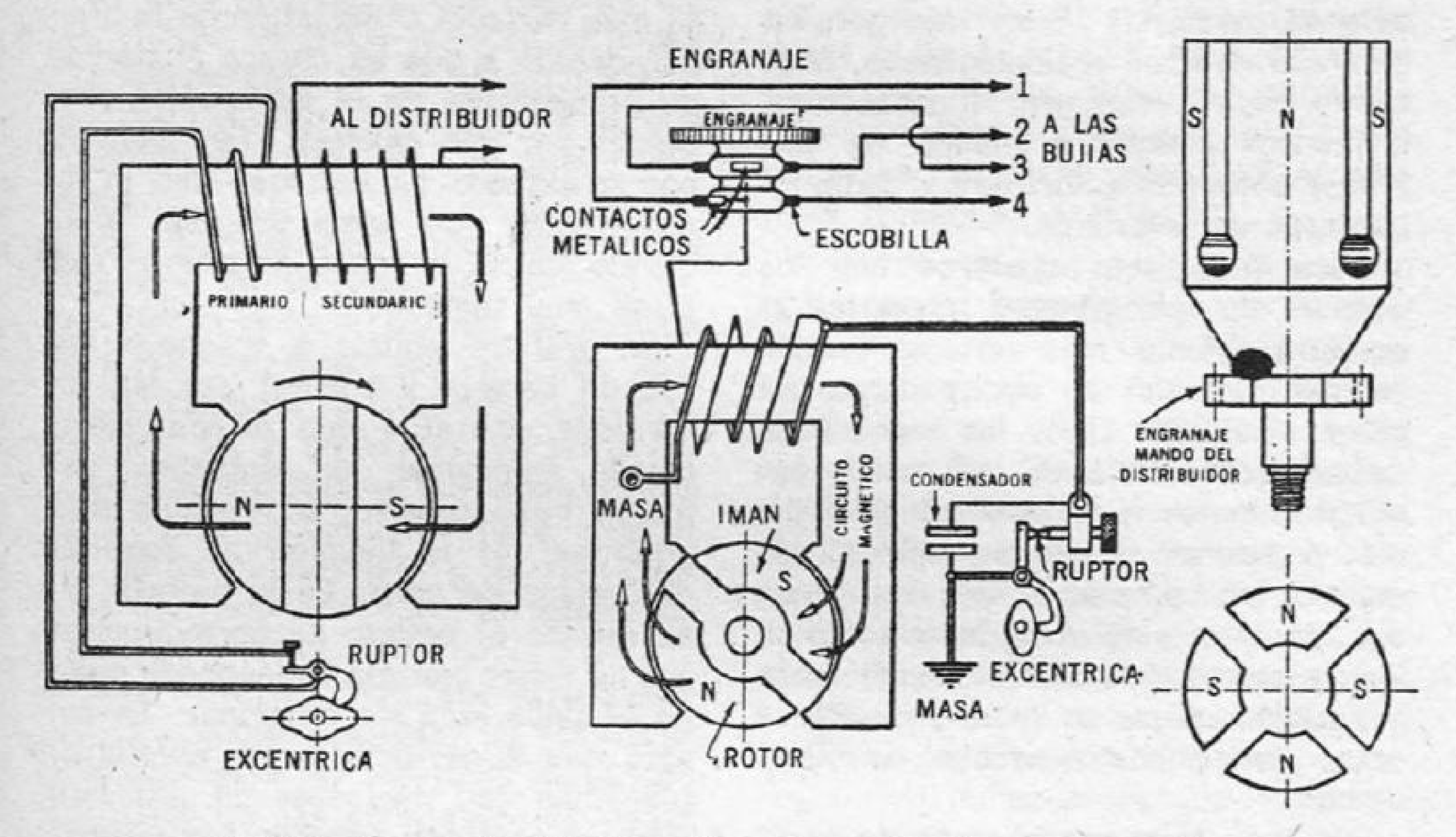


Fig. 127. La magneto Scintilla y diversos aspectos de su construcción.

Las magnetos de servicio pueden ser simples o dobles. La representada en la figura 127 es del tipo simple, y la cuando sufren un desperfecto (cosa que ocurre rarísimas veces), todo el sistema de ignición queda inutilizado.

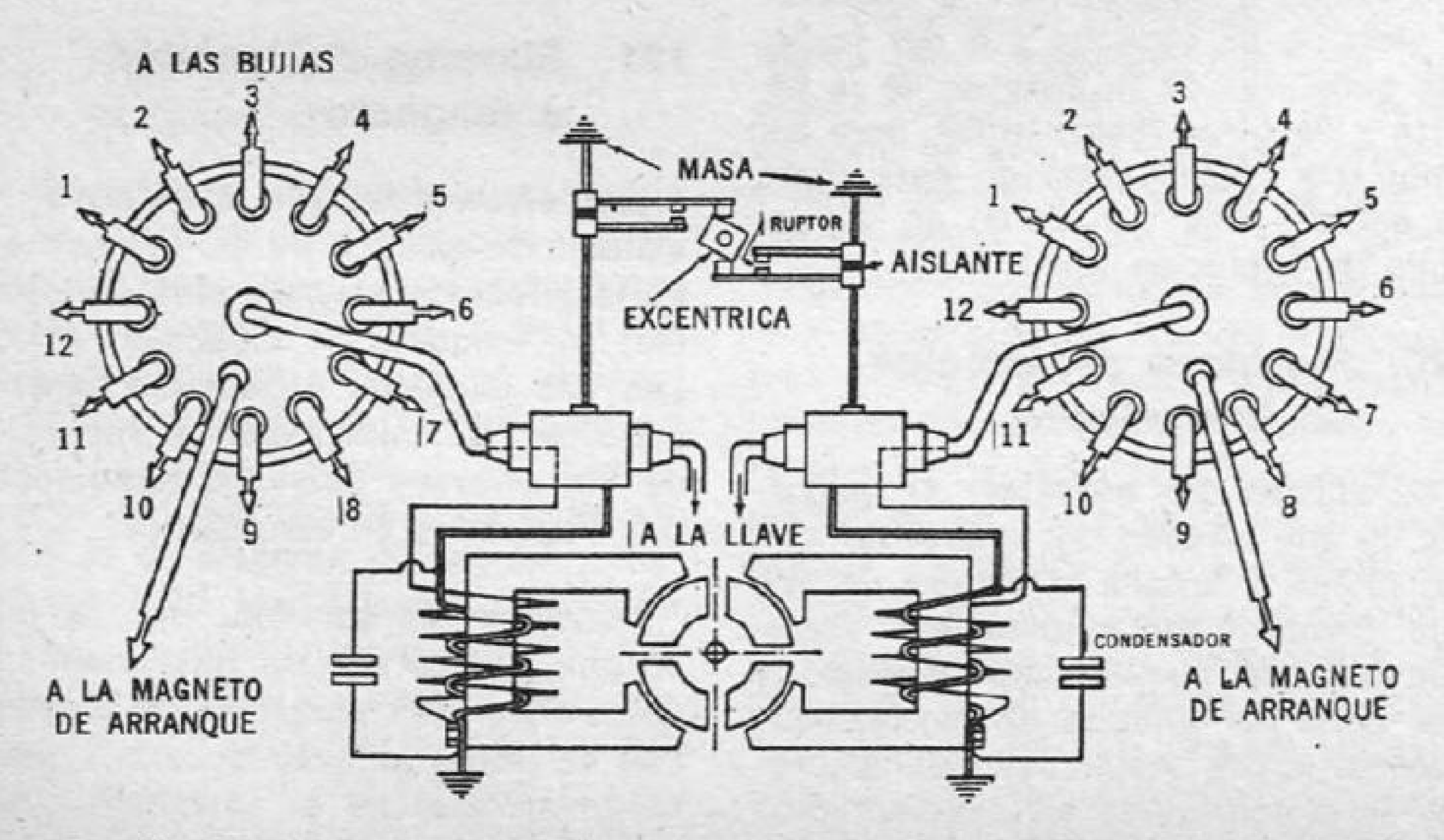


Fig. 128. Vista de conjunto del sistema de ignición de un motor rotatorio.

En la figura 128 vemos que hay dos circuitos magnéticos en forma de C, en cuyos espacios anulares gira el rotor de cuatro brazos y doble polaridad, alternada; en cada primario se genera una fuerza electromotriz que (en el momento de ruptura de este circuito) induce en el secundario respectivo un fuerte impulso eléctrico de alta tensión, que es enviado a la bujía correspondiente por coincidir (en aquel instante) la posición del brazo del distribuidor con el cable que conduce a ella. Cada circuito envía a las correspondientes bujías esta sucesión de impulsos eléctricos, asegurando así la ignición dual en todos los cilindros. Para hacer más clara la figura se han representado los ruptores (accionados por una excéntrica cuadrada) en la parte superior; en realidad, son movidos por el eje del rotor, el cual, a su vez, es accionado por el eje del avión mediante un sistema de engranajes.

Los dos distribuidores de alta tensión reciben por un borne central los impulsos del secundario respectivo, siendo entonces enviados a las bujías de los cilindros correspondientes. El cable con la indicación "a la magneto de arranque" sirve para la puesta en marcha del motor. Los dos cables cuyas flechas indican "a la llave" van al interruptor que utiliza el piloto para cerrar el circuito de ignición, evitando así todo posible accidente al ponerse el motor en marcha indebidamente.

Los condensadores en los extremos del primario de ambas magnetos sirven para absorber las extracorrientes que se generan en los momentos de ruptura de este circuito. Otros detalles nos los comentamos por haberse ya descrito al tratar las magnetos.

Acoplamiento a inercia. Algunas de las magnetos de servicio están equipadas con un dispositivo denominado acoplamiento a inercia. Consiste en un poderoso resorte que se pone en tensión al desplazar todo el equipo móvil de motor, disparándose en un instante oportuno; así transforma la energía potencial que ha almacenado en energía cinética, haciendo girar el rotor de la magneto, generándose una elevada fuerza electromotriz que se utiliza para crear una potentísima chispa en la bujía instalada en el cilindro con mezcla comprimida. El acoplamiento a inercia, aunque instalado en las magnetos de servicio, sólo funciona en los momentos de la puesta en marcha del motor de explosión; una vez que éste ya funciona, queda inactivo todo su mecanismo.

Magnetos de arranque. Al poner en marcha un motor de avión (por cualquiera de los procedimientos que luego estudiaremos), empieza a girar muy lentamente, hasta que se consigue producir una explosión en uno de sus cilindros; entonces ya se dispone de un esfuerzo motriz, que se utiliza para desplazar todo el equipo móvil del motor, iniciando así su marcha. Ahora bien, las magnetos generan energía eléctrica en las condiciones requeridas cuando giran rápidamente; por esto, al poner en marcha el motor del avión (muy lentamente), no generan energía suficiente, siendo necesario recurrir a una magneto auxiliar (llamada "magnetín") accionada a mano; en cuanto el motor se pone en marcha, la magneto de arranque ha cumplido su misión y, automáticamente, queda fuera de servicio.

El magnetín es del tipo descrito en el parágrafo 97. Se caracteriza por ser accionado a mano mediante una pequeña manivela al alcance del piloto. El circuito primario está interrumpido por la llave de contacto general y el secundario tiene un extremo a la masa y el otro al distribuidor de la magneto de servicio (fig. 129). Para comprender el significado de "a la magneto de arranque" vea la figura 128.

Los magnetines se caracterizan por producir una intensísima chispa en las bujías, asegurando una pronta puesta en marcha del motor.

Bujías. Son el órgano más delicado de los motores de aviación: todo su funcionamiento depende de ellas; por esto, han merecido un estudio espe-

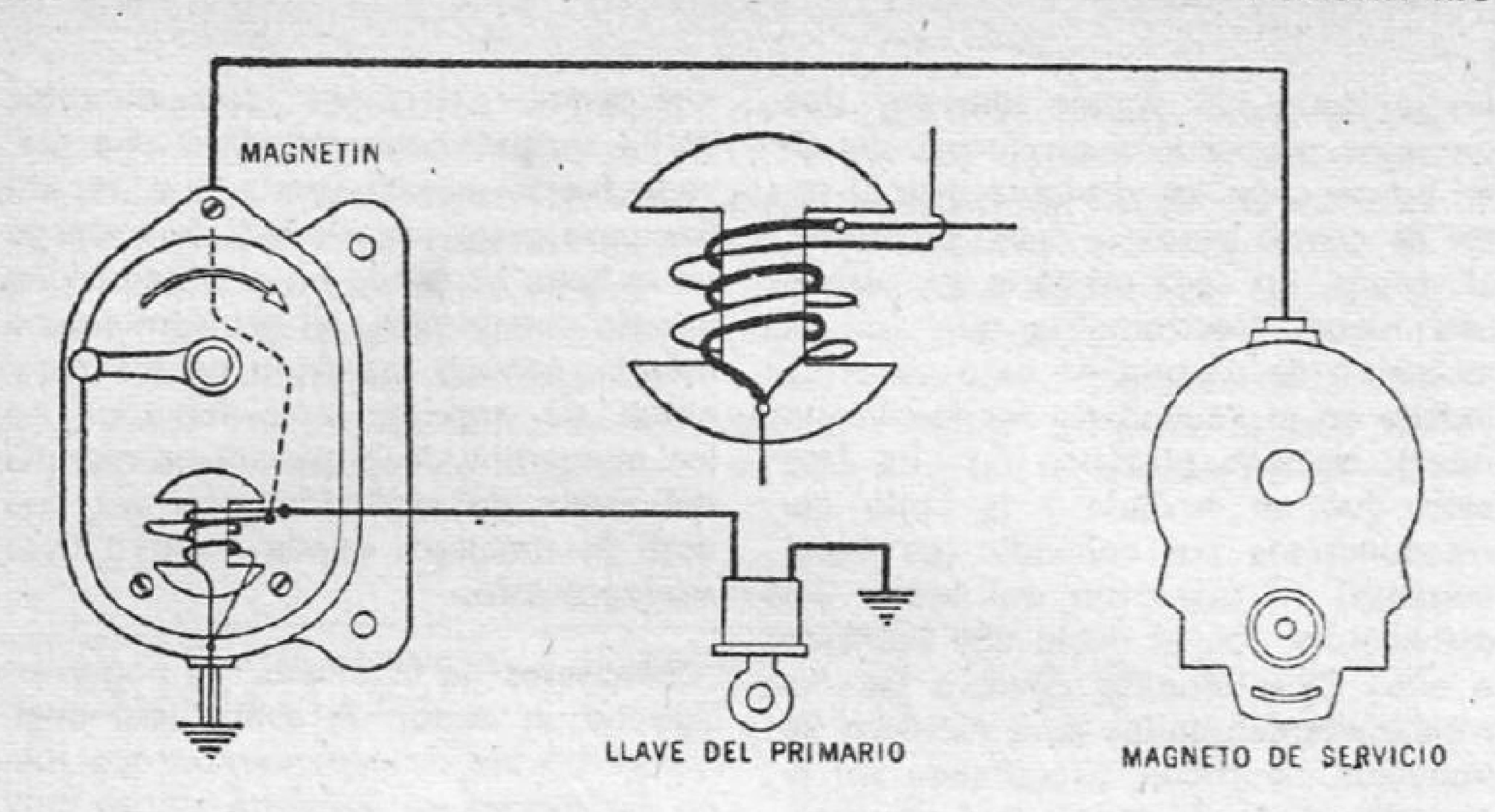


Fig. 129. El magnetín es similar a las magnetos de alta tensión con bobinajes rotatorios; el rotor se mueve a mano mediante una pequeña manivela.

cialísimo para asegurarse que trabajen en sus condiciones óptimas. Deben garantir los siguientes efectos: a) producir potentes chispas, de alta temperatura sin que se raje la porcelana ni se deformen los electrodos; d) no ensuciarse sus puntas en un número razonable de horas de servicio.

El tipo de bujía de avión se ilustra en la figura 130. El electrodo central (conectado al cable procedente del distribuidor) va alojado en un tubo de porcelana, terminando en una punta redonda de varios milímetros de longitud, que es rodeada por el electrodo conectado a la masa, que forma cuatro puntas; la chispa salta entre cuatro espacios, (a) y (b), asegurando un funcionamiento perfecto de la bujía y una mayor difusión de la alta temperatura que ocasiona la chispa así for-

Fig. 130. Tipo de bujía utilizada en los motores de aviación; el espacio de chispa está fraccionado en cuatro sectores, saltando así cuatro chispas.

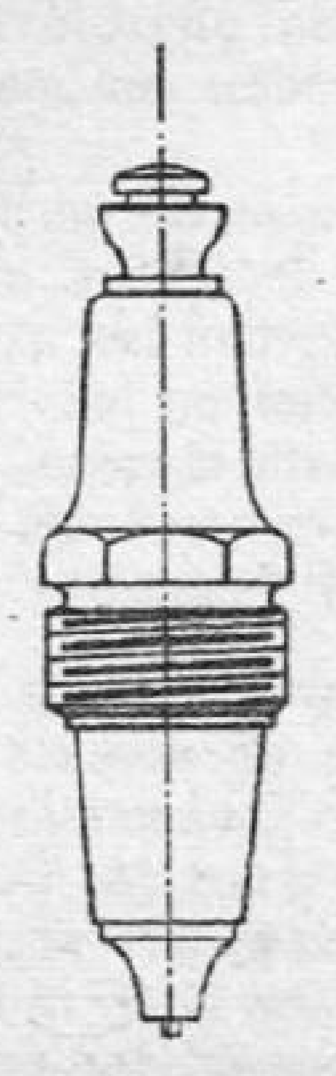


Fig. 131. Bujía de tipo caliente utilizada en motores lentos y de baja compresión.

mada, produciendo una más pronta inflamación de la mezcla.

Las bujías se clasifican en dos tipos fundamentales, llamados frío y caliente. Una bujía de tipo caliente se representa en la figura 131; su cuerpo inferior es bastante alargado, siendo esta parte la que está colocada en la cámara del motor y recibe la altísima temperatura que se produce en el momento de la inflamación de la mezcla. Una bujía de tipo frío se ilustra en la figura 132; la parte expuesta a la acción directa de la cámara de explosión es mucho más reducida, recibiendo por lo tanto menos cantidad de calor.

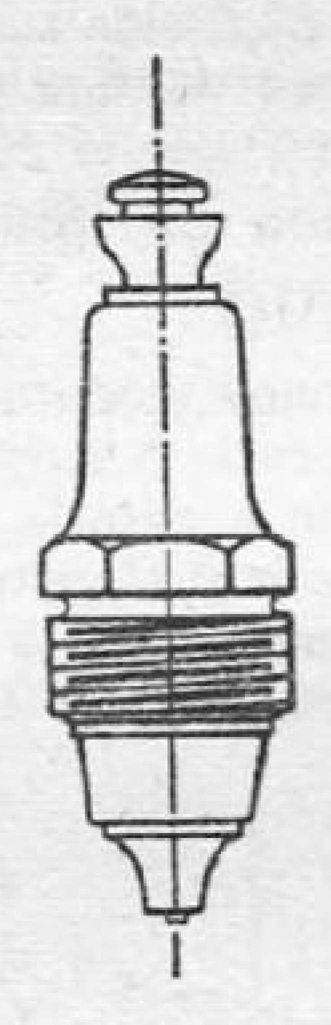


Fig. 132. Bujía de tipo frío empleada en los motores muy rápidos.

Las bujías de tipo caliente conviene usarlas en los motores de poca potencia, de reducido desplazamiento del pistón, de poca compresión y que gasten bastante aceite, que, al depositarse (en forma de partículas) sobre la superficie caliente de la bujía, ésta lo queme rápidamente, evitando así se deposite sobre las partes aislantes. Este tipo de bujía no conviene instalarlo en motores rápidos, de gran potencia o de elevada compresión, porque pronto se calienta excesivamente y produce la autoignición.

Las bujías de tipo frío hay que utilizarlas siempre que en un motor se presente el fenómeno de la autoignición.

Cables. Los cables del sistema de ignición de los aviones han merecido estudios especiales debido a las pérdidas de energía que se producen por el efecto de la capacidad eléctrica de los tubos metálicos en los cuales se alojan. Es así que actualmente se ensayan cables de tres hilos de acero estañado, de relativamente pequeño diámetro, en vez de los cables de 7 ó 19 hilos de cobre. Este asunto está relacionado con los blindajes de los cables del sistema de ignición, que vamos a considerar inmediatamente.

Blindaje de los cables de ignición. Los aviones tienen instalados varios aparatos radioeléctricos que sufren perturbaciones del sistema de ignición si no se toman precauciones especiales. Estas consisten en encerrar dentro de recintos metálicos conectados a la masa tanto la magneto como las bujías y los cables de interconexión.

La figura 133 representa una bujía especial para avión, cuyo envoltorio es totalmente metálico; el cable de

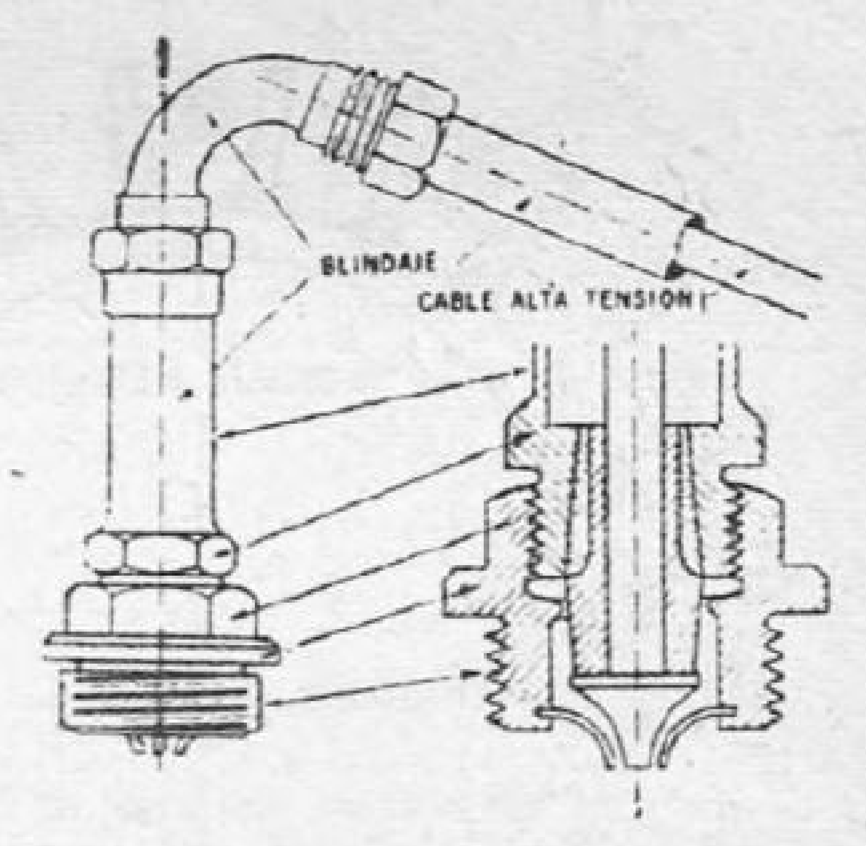


Fig. 133. Los aviones con instrumentos radioeléctricos tienen que proteger todo el sistema de ignición colocándolo dentro de tubos y recintos metálicos.

alta tensión, alojado en un tubo de latón, parte de la magneto y termina en la bujía; gracias a esta disposición, las perturbaciones que emanan del cable son absorbidas por el blindaje y neutralizadas en la masa metálica del motor.

Una variante del sistema de blindaje lo representa la figura 134: el contacto entre el cable de alta tensión y

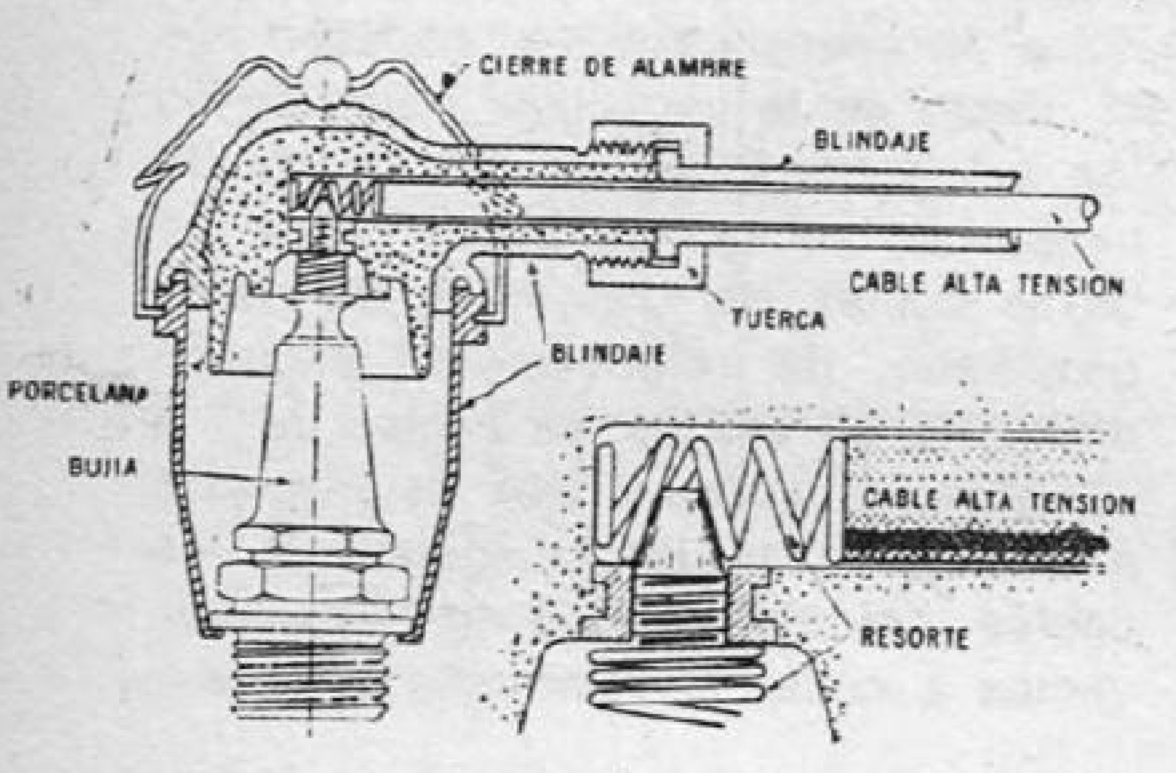


Fig. 134. Disposición de un blindaje de gran eficiencia para evitar que el sistema de ignición perturbe las comunicaciones radioeléctricas de los aviones.

la bujía está asegurado con resortes, evitando así que las trepidaciones puedan hacer fallar la conexión entre ellas.

122. Sistema completo de ignición a magneto

Vamos a considerar un sistema de ignición de un motor de 9 cilindros. La ignición dual se obtiene con dos magnetos separadas, movidas por el eje del motor mediante un equipo de ruedas dentadas; cada magneto alimenta una de las dos bujías que tienen los cilindros (fig. 135). Del distribuidor sale un tubo metálico en el cual hay 9 cables que van a conectar una bujía en cada cilindro; lo mismo sucede con la magneto 2, yendo a parar estos dos tubos a un armazón metálico en forma de arco, del cual van saliendo los cables bajo tubo metálico (vea la figura 133) a las correspondientes bujías.

Las dos magnetos funcionan eléctricamente en forma individual, para asegurar una continuidad de la marcha del motor de explosión aun cuando una magneto dejase de funcionar.

123. Sistema de ignición a batería

En los aviones modernos hay cada vez más tendencia a emplear el sistema de ignición a batería. En algunos casos se adopta el sistema mixto, con una bujía alimentada por una magneto y la otra bujía con batería; esta

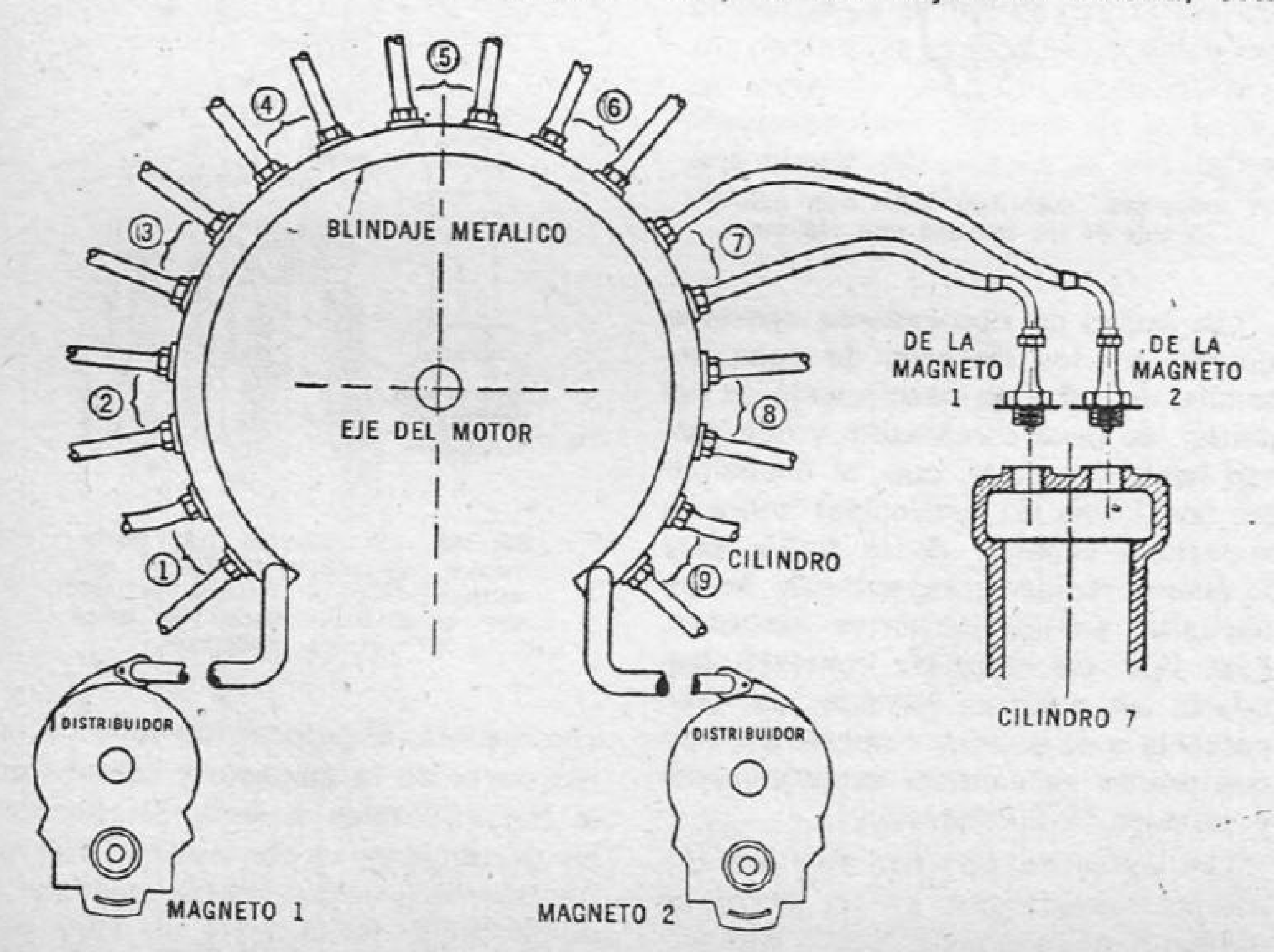


Fig. 135. Conjunto de un sistema de ignición dual, con magneto, en un avión.

combinación ofrece positivas ventajas, especialmente en el momento de la puesta en marcha del motor de explosión.

El porqué hay tendencia a adoptar el sistema de batería en forma muy similar a la de los automóviles, hay que buscarlo en el hecho de que diversos servicios auxiliares del avión requieren para su funcionamiento un acumulador, cuyo peso no deja de ser considerable; una vez ya instalado a bordo, los fabricantes de aviones se han preguntado por qué no utilizar la batería para la ignición, eliminando las magnetos, que en el sistema de encendido dual pesan de 8 a 16 kg, compensando así el peso de la batería.

La ignición a batería sólo requiere el acumulador, el distribuidor y la bobina; en el caso de ignición dual se duplican estos elementos, pero son de poco peso y no afectan sensiblemente al conjunto del peso muerto de de todo el avión.

Es indudable que los dos métodos (a batería y a magneto) tienen sus ventajas y sus inconvenientes. La magneto da espléndidos resultados cuando el rotor gira a gran velocidad. Con batería, la chispa que producen las bujías siempre es de igual intensidad (aun en el momento de poner en marcha el motor a explosión), obteniéndose un arranque mucho más fácil (eliminando así el magnetín y el acoplamiento a inercia de las magnetos de servicio). Adoptando la batería, se suprimen las partes movibles de la magneto, reduciendo posibles fallas mecánicas en pleno vuelo; a régimen lento, el motor funciona sin fallar en sus explosiones, y si ya hay una batería en el avión para otros servicios, al suprimirse las magnetos se reduce el peso muerto del conjunto de la máquina.

Puesta en marcha con batería. Cuando el avión tiene acumulador para hacer funcionar diversos aparatos y la ignición se efectúa por magneto, puede utilizarse la batería para la puesta en marcha del motor de explosión sin utilizar la pequeña magneto de arranque (fig. 136). Se interpone entre el distribuidor (de la magneto de servicio) y la batería una bobina elevadora de tensión, intercalando en serie con el primario la llave general de la ignición del motor y, además, un pequeño interruptor. Así las cosas, en cuanto se cierra el primario, empieza a funcionar el transformador elevador de tensión en una forma totalmente igual al caso de los automóviles, y se aplica al distribuidor de la magneto de servicio para que envíe los impulsos

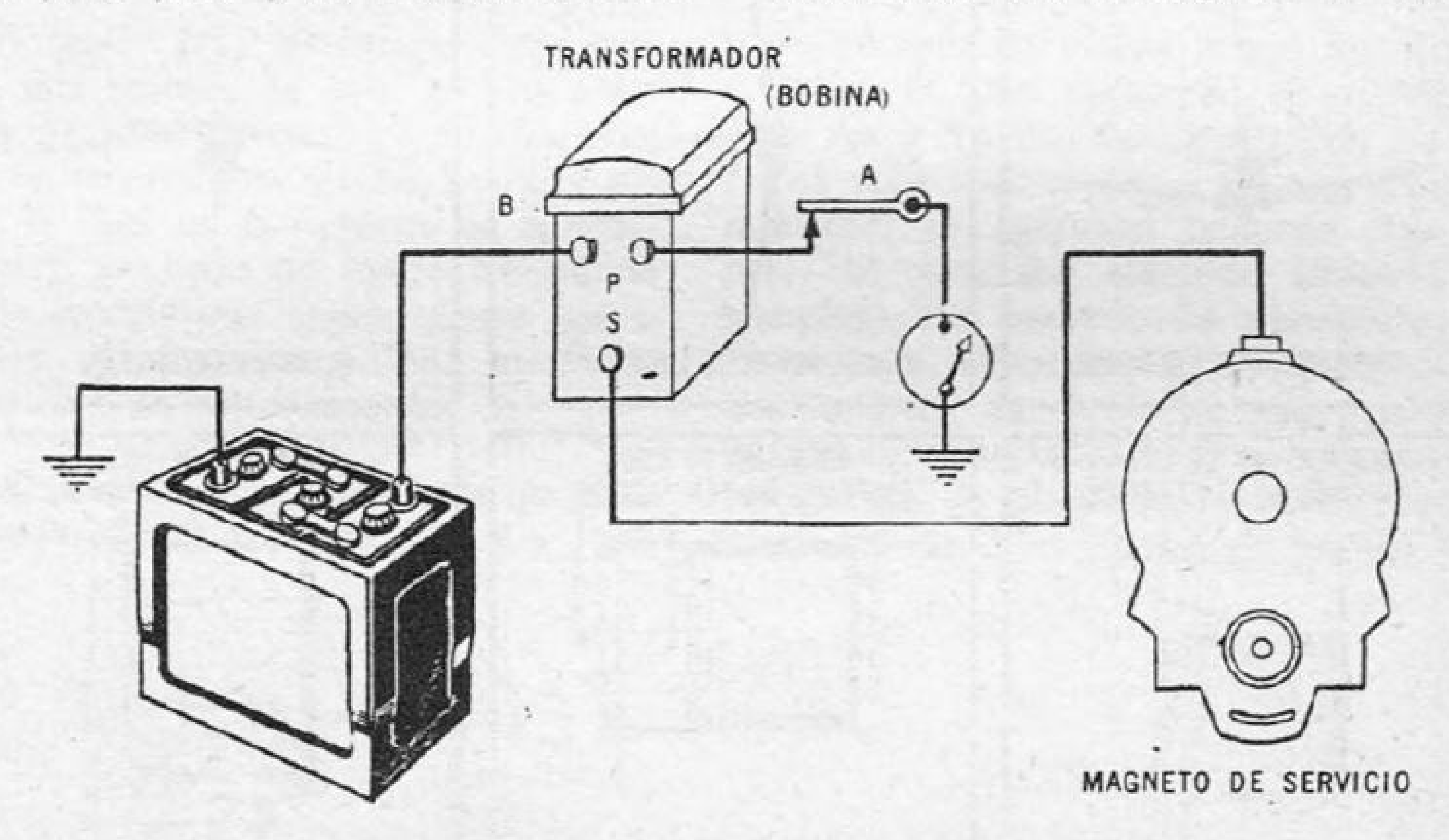


Fig. 136. Sistema de arranque de los motores de aviación, empleando batería.

eléctricos de alta tensión a la bujía correspondiente. En cuanto el motor de explosión ya ha empezado a funcionar, se interrumpe el circuito (mediante el interruptor A) y todo queda en orden. Si se descuidase de interrumpir el primario, no sucede nada grave: el distribuidor recibe, simultáneamente, impulsos de alta tensión de la bobina auxiliar B y de la magneto de servicio, descargando la batería inútilmente; por este motivo conviene abrir el interruptor tan pronto sea posible, es decir, cuando se ve que el motor ya funciona normalmente.

Esta disposición la utilizan muchos aviones que tienen batería (que son casi todos en la actualidad), facilitando así el arranque del motor y suprimiendo el magnetín.





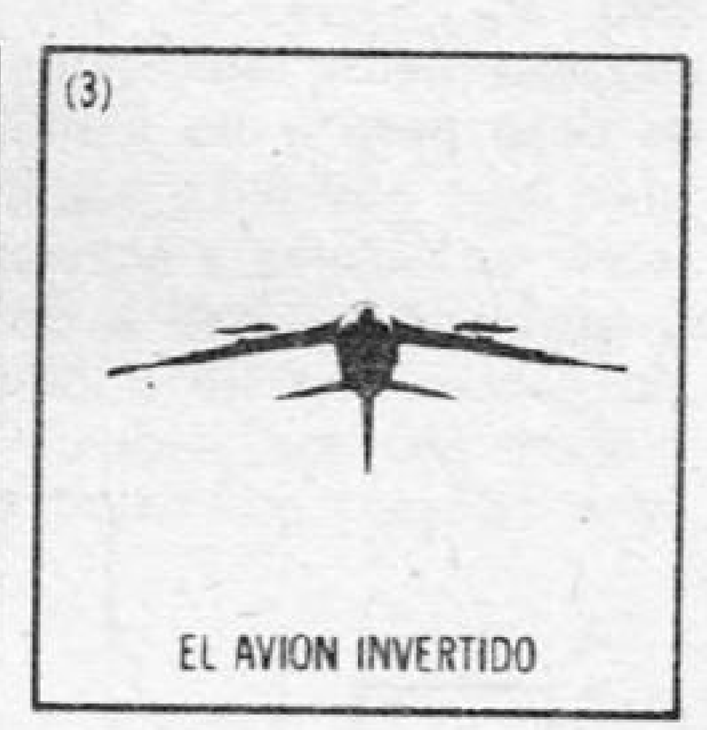








Fig. 137. Las baterías que se emplean en los aviones pueden tomar cualquier posición sin que se derrame el electrolítico.

124. Batería para aviones

Los acumuladores empleados en aeronáutica se fundan en el mismo principio que los utilizados en los automóviles. La diferencia esencial radica en la construcción del recipiente y cierto dispositivo de ventilación que permite funcionar a la batería aun estando invertida; esto es necesario por las fluctuaciones que experimentan los aviones durante el vuelo, acrobacias que realizan, virajes inclinados, etcétera. En la figura 137 representamos un avión en tres posiciones distintas y las que tiene la batería; observamos que en la (2) y la (3) se produciría derrame del electrolito, pero con la batería especial tal hecho no se produce.

El acumulador para avión tiene dos compartimentos (fig. 138): el inferior es totalmente idéntico al de las baterías para automóvil y en él se producen las mismas reacciones y todo el proceso electroquímico de los acumuladores de plomo; el superior es una cámara de aire, penetrando en la misma el tapón especial (fig. 139), consistente en un tubo cónico con orificios en su extremo libre, por los cuales se escapan los gases de las reacciones químicas sin que se derrame el electrolito.

El tapón es de ebonita y consiste de tres piezas: a) un pequeño tapón (1) que cierra el orificio superior del

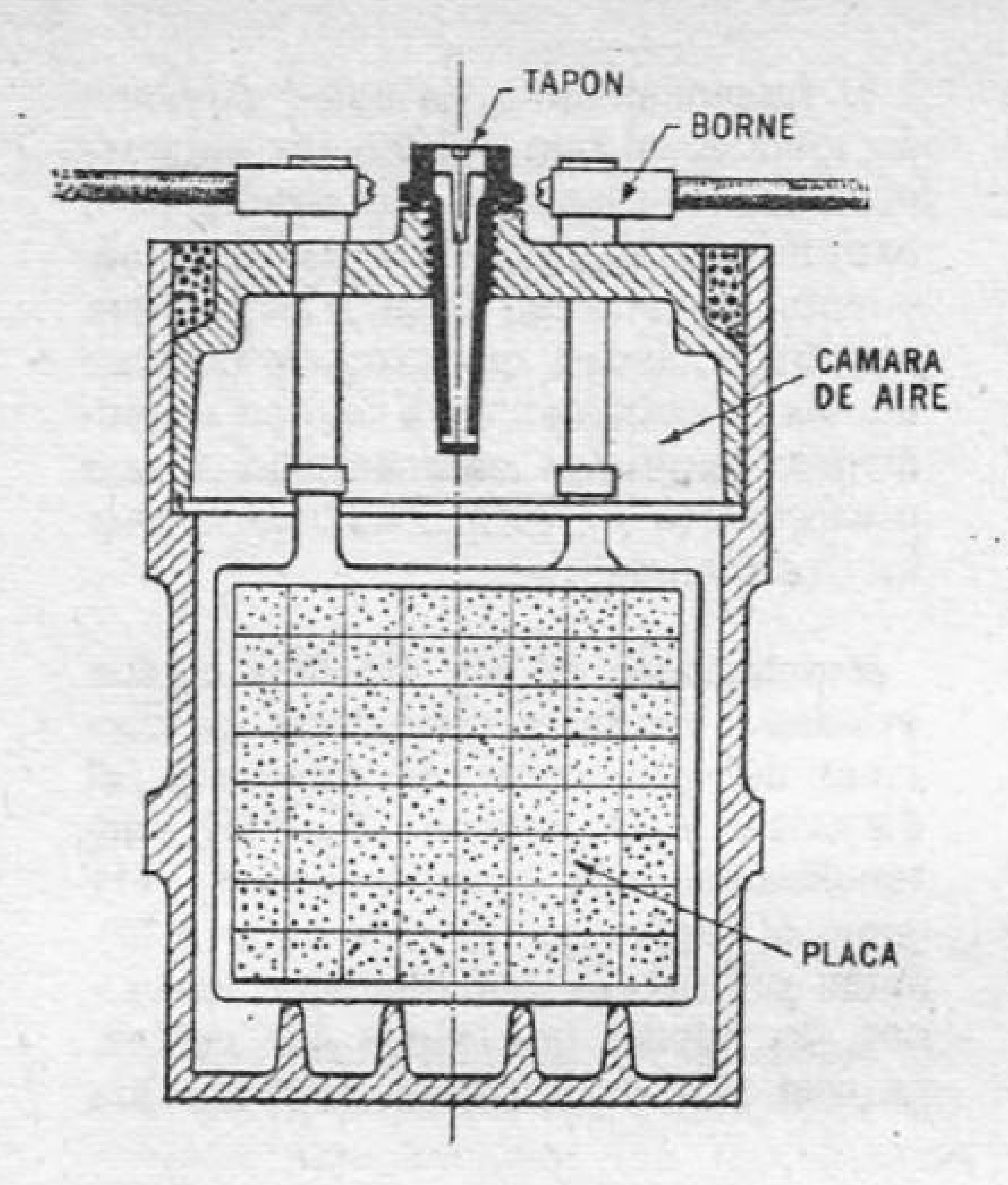


Fig. 138. Corte de una batería para avión, con cámara de aire separadora.

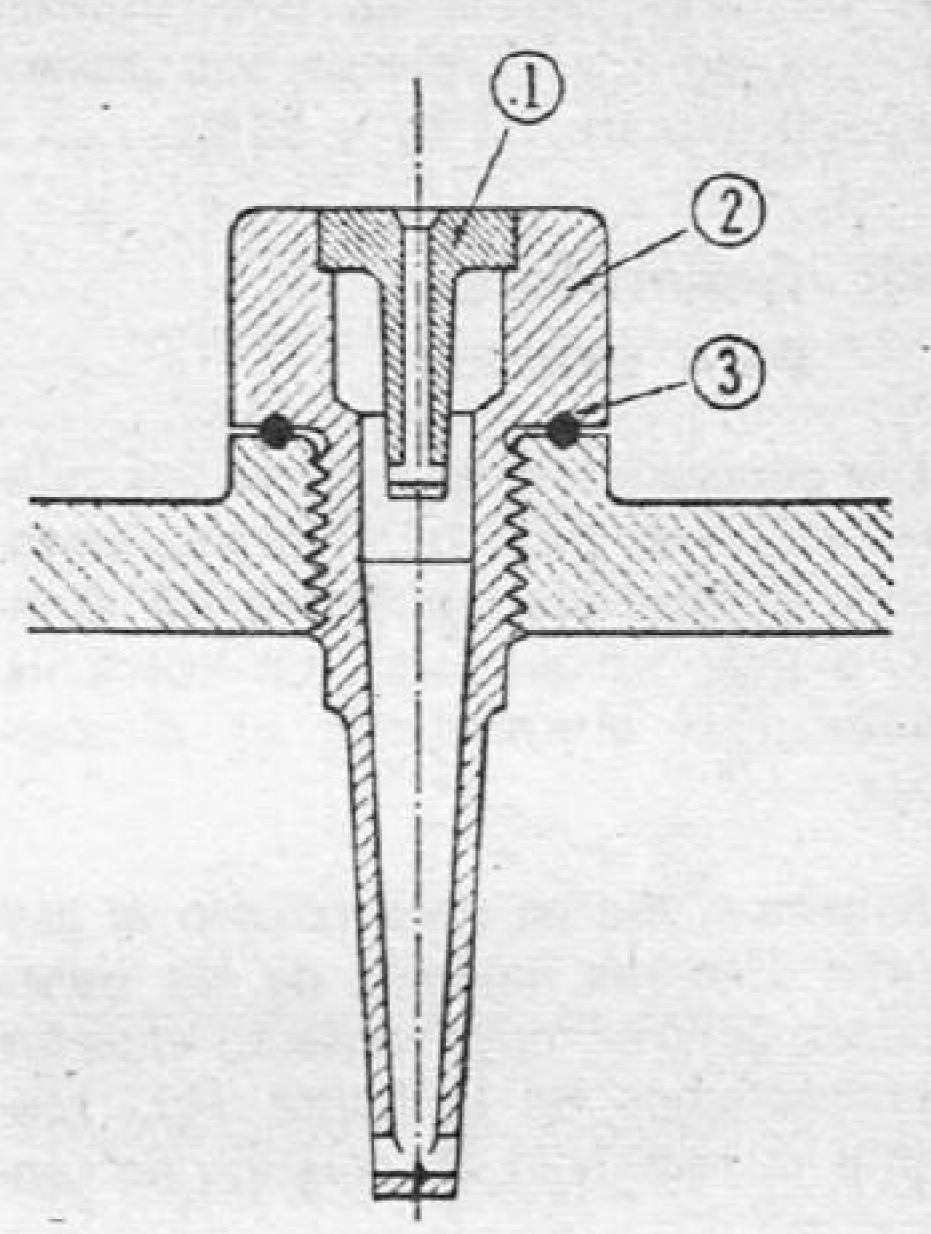


Fig. 139. Tapón especial que tienen las baterías de acumuladores empleados en los aviones.

gran tapón (2), quedando entre ambos una cámara de aire; b) una arandela de goma (3) colocada en ranuras semicirculares practicadas en (2) y sobre la caja de la batería; al apretarse (3), se hace un cierre hermético de la batería que impide pueda derramarse el electrolito. Cada elemento tiene uno de estos tapones.

Características de las baterías para aviones. Se construyen para 6 y 12 V, y su número de placas puede ser de 7, 13 ó 17, con capacidad de 10 Ah, 38-54 Ah y 70 Ah. Se construyen baterías para cuatro clases de servicios distintos: a) ignición (aviones ligeros); b) arranque eléctrico (aviones pesados); c) servicio de transporte; d) aviones militares. La categoría a) usa baterías de 7 placas que pesan unos 4 kg; las clases b) y c), acumuladores de 13 placas que pesan, respectivamente, 8 kg y 32 kg; d) los avio-

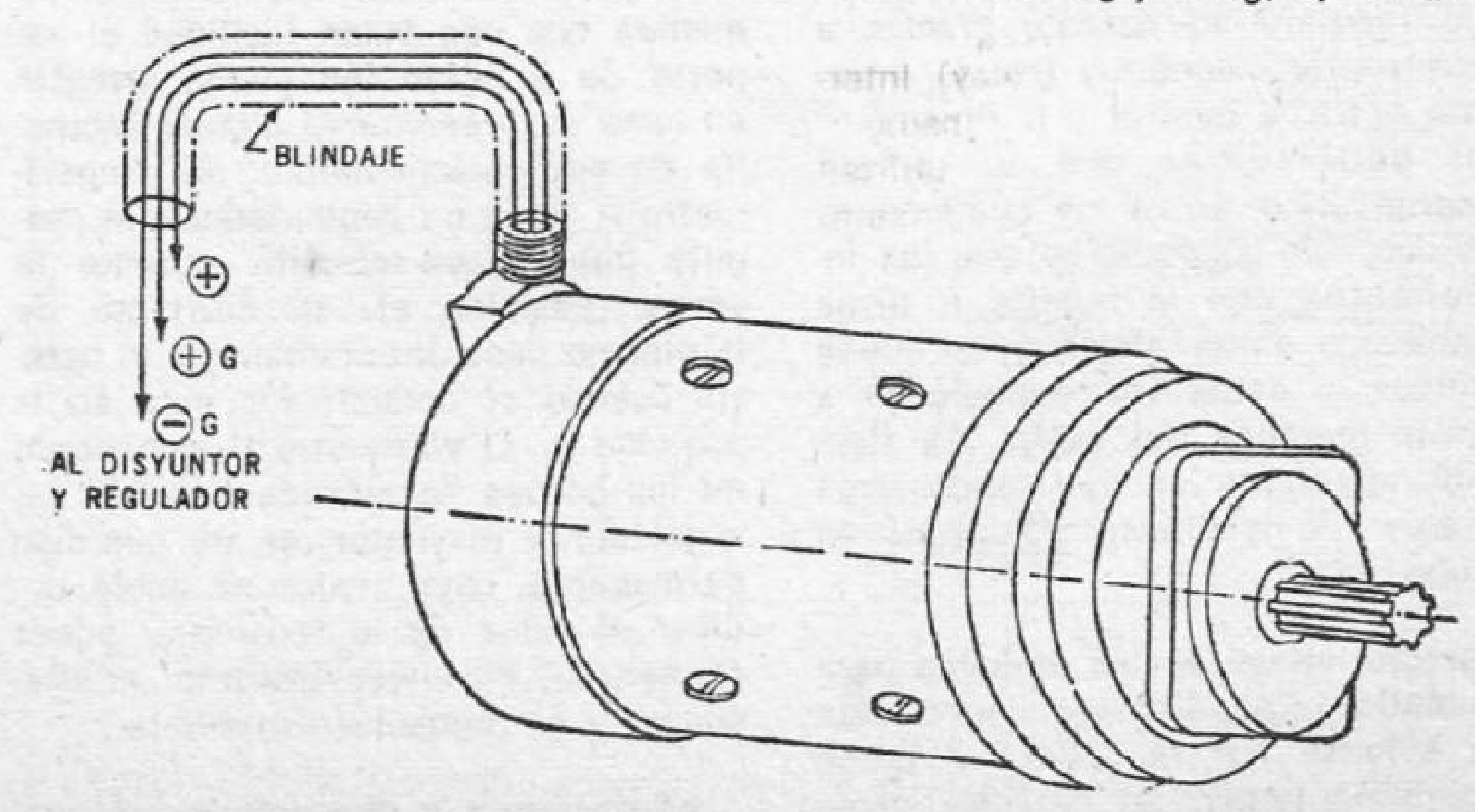


Fig. 140. Dínamo para avión totalmente blindada· los cables van en tubos de hierro.

nes militares, según su tipo, utilizan baterías de 7 y 17 placas que pesan, respectivamente, 10 kg y 35 kg.

125. Generadores para aviones

Los generadores que utilizan los aviones modernos son muy diversos, mereciendo citarse los siguientes: a) dínamo, o sea, generadores de corriente continua; b) alternadores, c) dinamotores.

Dínamos. Se ha generalizado el uso de los diversos modelos de los generadores Eclipse, cuyo aspecto exterior representamos en la figura 140. Mediante el regulador automático de tensión, la batería es cargada sólo cuando lo requiere su estado, gracias a un interruptor magnético (relay) interpuesto entre la batería y la dínamo.

Los generadores que se utilizan en aeronáutica están completamente blindados; los conductores que los interconectan con la batería u otros mecanismos están alojados en tubos metálicos, y éstos van conectados a la masa metálica del avión. La figura 140 representa los tres conductores que salen de la dínamo colocados en un tubo.

Características de las dínamos para aeronáutica. Las dínamos construidas para aviones por la Eclipse Aviation Corporation tienen las características indicadas en la tabla.

El funcionamiento de estas dínamos es idéntico al que utilizan los automóviles, con variaciones de detalle para extremar la seguridad de su funcionamiento, aligerar su peso y evitar que penetre suciedad, que produce chispeo en las escobillas. Para evitar repeticiones, remitimos este estudio al que presentamos en esta obra bajo el título: "La dínamo".

Instalaciones de las dínamos en los aviones. Vamos a considerar el conjunto del generador, el regulador, el disyuntor y la batería (fig. 141), entendiéndose que tanto la dínamo (1) como el regulador (2) y la batería (3) están protegidos por blindajes metálicos, lo mismo que todos los cables. La caja (2), de aluminio, contiene los diversos mecanismos dispuestos de tal manera que con suma facilidad el experto de a bordo los pueda arreglar en caso de presentarse alguna anomalía en su funcionamiento. El amperímetro A tiene un conmutador que permite ponerlo en circuito durante la carga (posición a); la corriente de la dínamo pasa directamente a la batería cuando el conmutador está en la posición b. El voltímetro V, conectado en los bornes de entrada y salida del regulador y disyuntor, es un guardián permanente, cuya misión es doble: indicar el valor de la tensión y poder ajustar, en cualquier instante, el disyuntor y el regulador de voltaje.

Tabla 3

CARACTERISTICAS DE LAS DINAMOS ECLIPSE

Tensión (V)	Intensidad (A)	Potencia (W)	Peso (kg)
15	15	225	8
15	25	375	10
30	10	300	10
30	50	1 500	16

Alternadores y dinamotores. El generador de corriente alterna general-

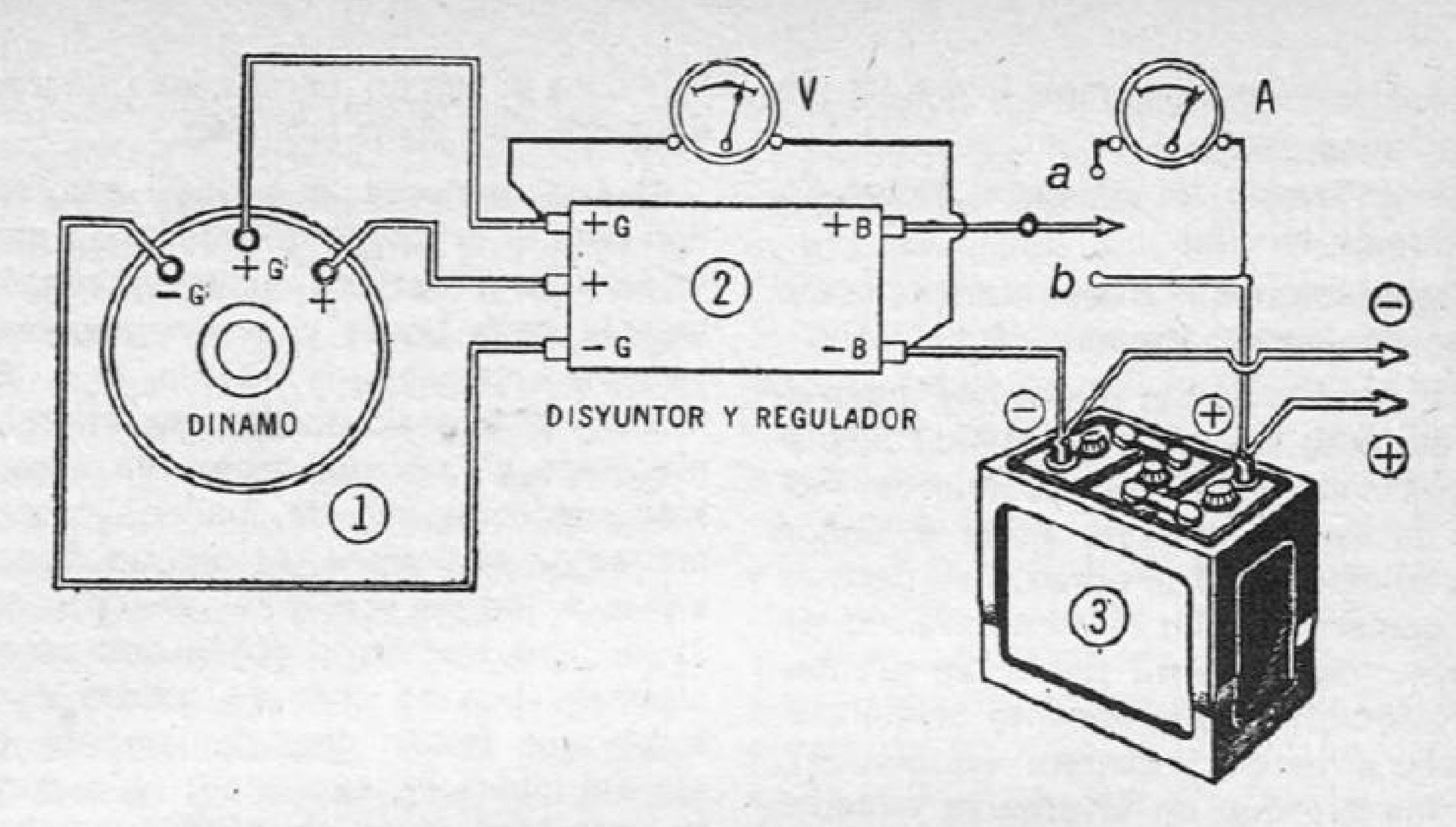


Fig. 141. Conjunto del sistema de carga dínamo-batería de un avión.

mente es accionado por el motor del avión; la energía que produce es utilizada para accionar los mecanismos indicadores, que funcionan basados en el principio autosyn, que describiremos luego al tratar los instrumentos de control en los aviones. La energía que se requiere es minúscula, pues las fuerzas transmitidas son del orden de un gramo centímetro, pero es necesario que la corriente sea alterna para que los instrumentos funcionen.

El dinamotor es accionado por la batería de a bordo; el motor consume energía de la batería, a baja tensión, y entrega fluido a un voltaje más elevado, según los valores indicados en la tabla.

tos siguientes para poner en marcha el motor de explosión:

1) Haciendo girar la hélice a mano (máquinas pequeñas);

2) Mediante una manivela y un piñón (que engranan en una gran rueda dentada hecha sobre el volante del motor) se hace girar el cigüeñal hasta situar el primer cilindro en plena compresión; generalmente, forma parte de este equivo una magneto de arranque (magnetín);

3) Sistema de arranque a inercia, accionado a mano o con un motor eléctrico;

4) Combinación de 1), 3) y arranque con motor eléctrico;

Tabla 4

DINAMOTORES PARA EQUIPOS DE RADIO

Motor		Dínamo	
Tensión (V)	Intensidad (A)	Tensión (V)	Intensidad (A)
14	3	220	0,080
14	8	425	0,163
11,5	57	1 050	0,400

126. Sistemas de arranque para aviones

Según el tipo de avión, puede emplearse uno de los ocho procedimien-

5) Arranque empleando un motor eléctrico con un reductor;

6) Combinación de 1) y motor eléctrico con dispositivo a inercia;

7) Mediante una fuerte inyección de aire comprimido;

8) Utilizando un pequeño motor de explosión auxiliar.

Comentaremos brevemente estos procedimientos, excepto el 1).

2) Al alcance del piloto hay una manivela que, mediante un piñón, desplaza todo el mecanismo movible del motor de explosión hasta situar el pistón del primer cilindro, durante su período de compresión, en el punto muerto superior; pasado este punto, se acciona el magnetín (generalmente con mecanismo a inercia y disparo automático), de manera que en el preciso instante se produce la ignición de la mezcla comprimida. Una vez que esto ha ocurrido, el motor ya continúa su marcha, quedando automáticamente inactivo el mecanismo de la manivela.

3) Todos los sistemas de arranque a inercia se basan en el siguiente principio: se hace girar a gran velocidad un volante (ya sea a mano o mediante un motor eléctrico), almacenando así (en forma de energía cinética) mucha energía mecánica; alcanzada cierta velocidad, gracias a un disparo, el piñón que está en el eje del volante engrana con una gran rueda dentada (que forma parte del eje del motor de explosión), haciendo así girar todo el equipo móvil (cigüeñal, pistones, etcétera) hasta que coincide un período de compresión e ignición en uno de los cilindros; desde ese instante, disponiéndose ya de un esfuerzo motriz en el eje motor, éste se pone a funcionar, quedando instantáneamente desconectado al mecanismo a inercia. El mecanismo que se acaba de describir puede ser accionado a mano o con un pequeño motor eléctrico.

Para poner en marcha los motores de los grandes aviones de transporte, con radio de autonomía de muchos miles de kilómetros, los aeródromos donde aterrizan cuentan con equipos portátiles, consistentes en un pequeño vehículo que contiene una batería de gran capacidad y un motor eléctrico que se conecta mecánicamente al eje del dispositivo de arranque; de esta forma se ponen en marcha los motores del avión con suma facilidad.

4) Los motores eléctricos empleados para el arranque del motor (o motores) de un avión funcionan con la batería de a bordo y, por consiguiente, con tensiones de 12 V o 24 V. El motor eléctrico comunica su energía mecánica al eje del motor de explosión mediante uno de los dos procedimientos siguientes: a) con un dispositivo a inercia, como el descrito en 3); b) engranando el piñón del motor eléctrico con un tren de ruedas dentadas que hacen girar lentamente el eje del motor de explosión; se reduce la velocidad, pero se obtiene un potente par motor.

5) Es el procedimiento descrito en 4), apartado b).

6) Reúne los métodos 4) y 3), ayudando con el procedimiento manual.

7) Consiste en inyectar aire comprimido en los cilindros, en forma similar a la puesta en marcha de los motores diesel.

8) Se utiliza un dispositivo fundado en el principio de los motores de explosión. Consiste en un cilindro y un pistón que comunican el impulso que reciben de una explosión al eje del motor del avión; esta transmisión de energía mecánica se efectúa mediante un sistema reductor de engranajes. El conjunto de este dispositivo de arranque (usado especialmente en los aviones militares pequeños) funciona de la siguiente manera: en la culata del cilindro se coloca, en un alojamiento ex profeso, una especie de cartucho que se dispara eléctricamente mediante la energía del acumulador o de una pila seca si no hubiese batería a bordo; el instante de la explosión es controlado, pues actúa al cerrarse un interruptor que acciona el piloto.

127. Instrumentos de los aviones

El tablero de un avión moderno tiene una serie de indicadores que señalan, a cada instante, la altura absoluta a

que vuela, nivel del aceite que hay en el depósito, temperatura que reina en la entrada de aire del carburador, velocidad del avión, presión y velocidad de entrada de la nafta en el carburador, niveles de agua, combustible, etcétera. Estos diversos instrumentos funcionan eléctricamente basados en el principio de un transmisor y un receptor separados por distancias de bastantes metros entre sí; algunos funcionan con corriente continua y otros con corriente alterna. Generalmente, se emplea la corriente continua en los instrumentos basados en el principio del puente de Wheatstone y, la corriente alterna en el motor sincrónico.

INDICADORES DE CORRIENTE CONTINUA

Sistema patyn. Funciona según el principio de un puente autoequilibrado, indicándose su esquema en la figura 142. Vemos que tanto el transmisor como el receptor se componen un indicador de la velocidad del avión, colocado sobre un ala del aparato; un indicador de presión, colocado en la bomba de aceite del motor, etcétera. Lo esencial es que un desplazamiento lineal o angular, producido por el equipo móvil de un instrumento, actúa sobre el brazo del potenciómetro transmisor, con lo cual se produce un desequilibrio del sistema eléctrico y por la bobina pasa una corriente que tiende a buscar la posición de equilibrio, desplazando la maneta del potenciómetro receptor; como sobre el eje de giro de la bobina hay una aguja indicadora, que se desplaza sobre un cuadrante graduado en los valores del fenómeno correspondiente (presión, velocidad, etcétera), resulta que los dos instrumentos, transmisor y receptor, pueden estar separados por distancias considerables, resolviendo así el problema de observar, desde el tablero de mando, la marcha del motor, presiones de líquidos y gases, etcétera.

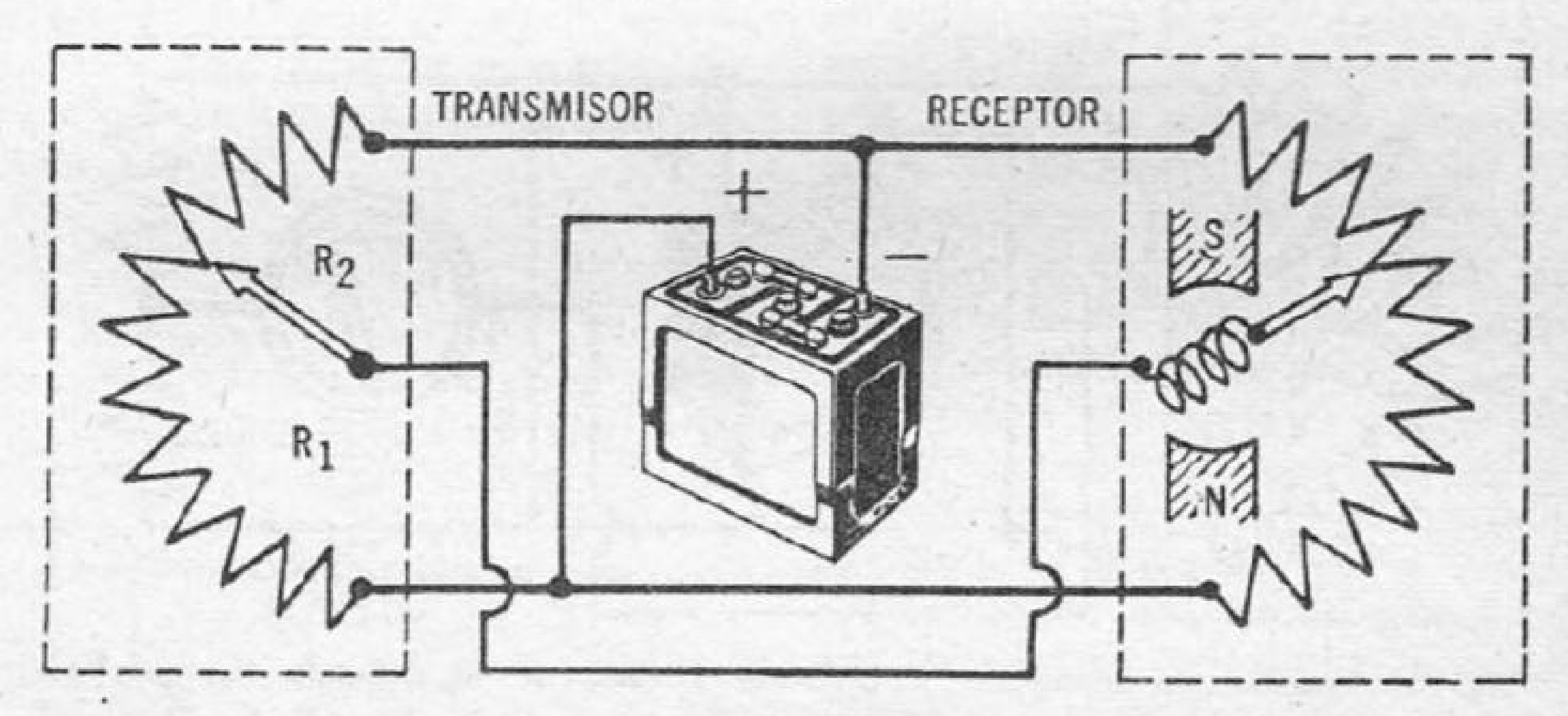


Fig. 142. Dispositivo telemecánico sistema patyn, para indicador a distancia.

de un potenciómetro, conectados entre sí en paralelo con la línea de alimentación de corriente continua procedente de la batería; el conjunto forma el esquema clásico del puente de Wheatstone.

La maneta del potenciómetro es accionada por el instrumento cuya marcha desea registrarse en el tablero del piloto que conduce el avión, para observar así su funcionamiento. Desde luego, dicho instrumento puede ser

Desde el punto de vista del funcionamiento eléctrico, es evidente que a cada posición de la maneta del potenciómetro transmisor corresponderá otra similar en el receptor, desde el momento en que la bobina que se desplaza angularmente en un campo magnético buscará la posición de equilibrio, obtenida cuando en el brazo central del puente la corriente se anula.

Esta clase de instrumentos no sirven para transmitir variaciones de po-

tencia, sino sólo para indicar variaciones de desplazamientos del equipo móvil de un instrumento. Por esto, los potenciómetros deben ofrecer un rozamiento prácticamente nulo, lo cual se consigue construyéndolos de dimensiones reducidísimas: el brazo tiene de 5 a 6 mm de radio y tanto los devanados de los potenciómetros como los brazos están hechos con materiales especiales y construidos con tanto esmero como si fuesen una joya o un instrumento de altísima precisión, obteniendo así un buen contacto y una presión mínima, asegurando de esta manera su buen funcionamiento.

Luego veremos (fig. 150) una interesante aplicación de este principio de indicación a distancia disponiendo una o varias brújulas repetidoras, mandadas por una brújula madre situada en un lugar del avión que esté alejada de masas metálicas o magnéticas que producen un ángulo de desviación falso. Colocando la brújula madre en un sitio apropiado del avión y luego una o más brújulas repetidoras, se evita este grave inconveniente.

Con los instrumentos indicadores del sistema patyn se obtiene una precisión de medio grado, en más o en menos, del valor indicado por el potenciómetro transmisor.

Indicador a puente desequilibrado. Este sistema, cuyo esquema de principio se indica en la figura 143, funciona como un puente desequilibrado. El conjunto es un puente de Wheatstone, en uno de cuyos brazos se dispone el potenciómetro transmisor y en el de medición se coloca un galvanómetro, cuyo valor depende de la posición de la maneta del potenciómetro, señalando la aguja del instrumento receptor la condición de equilibrio eléctrico del sistema. Lo mismo que en el sistema patyn, este sistema se conecta en paralelo con la batería del avión, que es necesario se mantenga a una tensión lo más constante posible porque las variaciones influyen en la exactitud de las indicaciones.

Este sistema es más sencillo que el patyn, pero es menos exacto, debiéndose recurrir a establecer medios de compensación de las variaciones de voltaje de la alimentación; aún así, variaciones de ± 1° a 1,5° deben aceptarse como tolerables.

Indicador a relación de resistencias. Este sistema indicador está compuesto de un potenciómetro y un galvanómetro, indicándose en la figura 144 el esquema de principio.

La maneta del potenciómetro del transmisor es accionada por el instrumento cuyas indicaciones desean transmitirse al puente del piloto que manda el avión. La relación R_1/R_2 establece distintos valores de corriente por los conductores 1 y 2, que circulan por los devanados de dos bobinas cruzadas, B_1 y B_2; la combinación de sus campos magnéticos con el campo

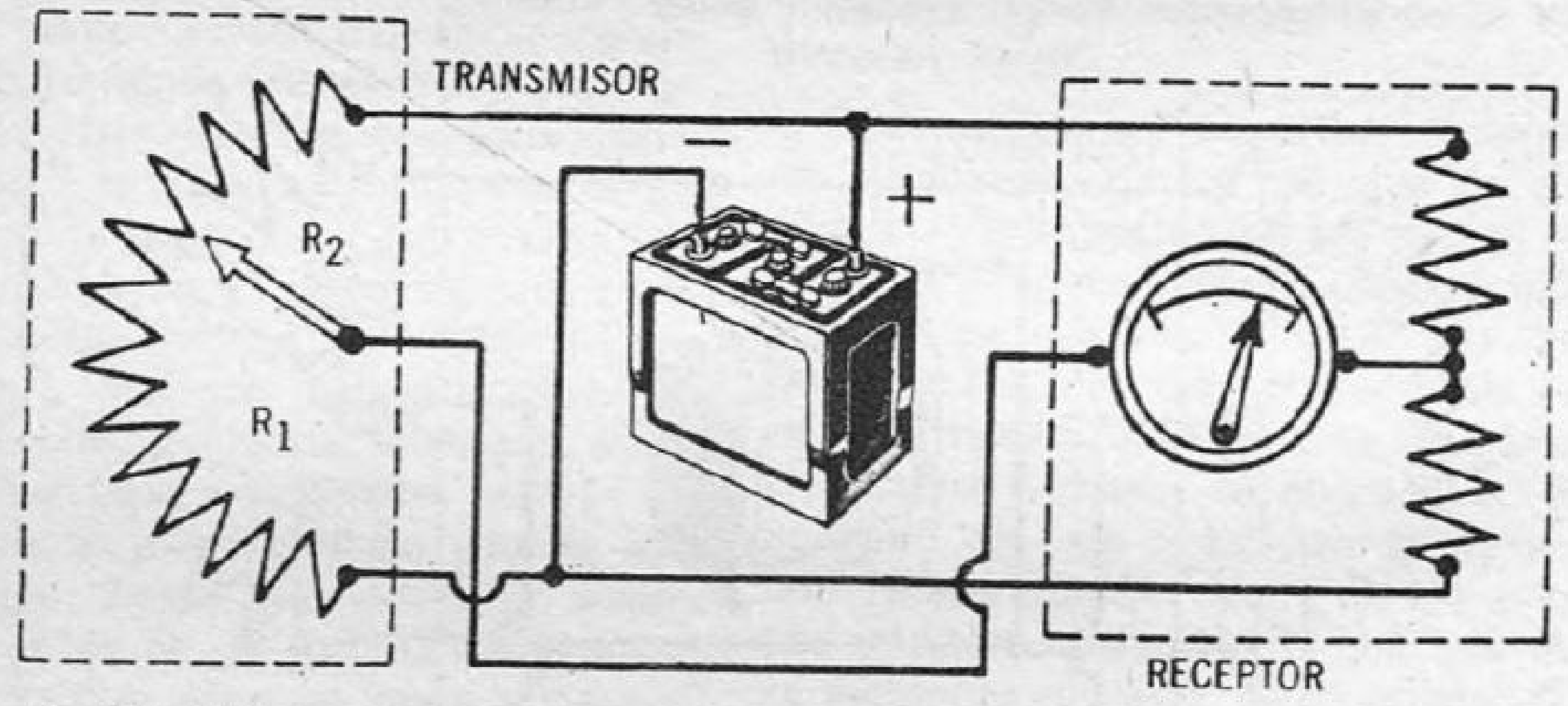


Fig. 143. Sistema de indicación a distancia fundado en el principio del puente desequilibrado.

fijo que producen los polos N y S de un imán, hace que el equipo móvil (formado por las dos bobinas) tome una posición de equilibrio; la aguja señala esta posición, que coincide con la del brazo del potenciómetro, obteniendo así en el receptor un duplicado de la indicación del transmisor.

Está alimentado por la corriente continua de la aeronave, representándose simbólicamente en el dibujo por una batería de acumuladores.

Este transmisor se compone esencialmente de un potenciómetro circular con dos contactos movibles internos, conectados directamente a la

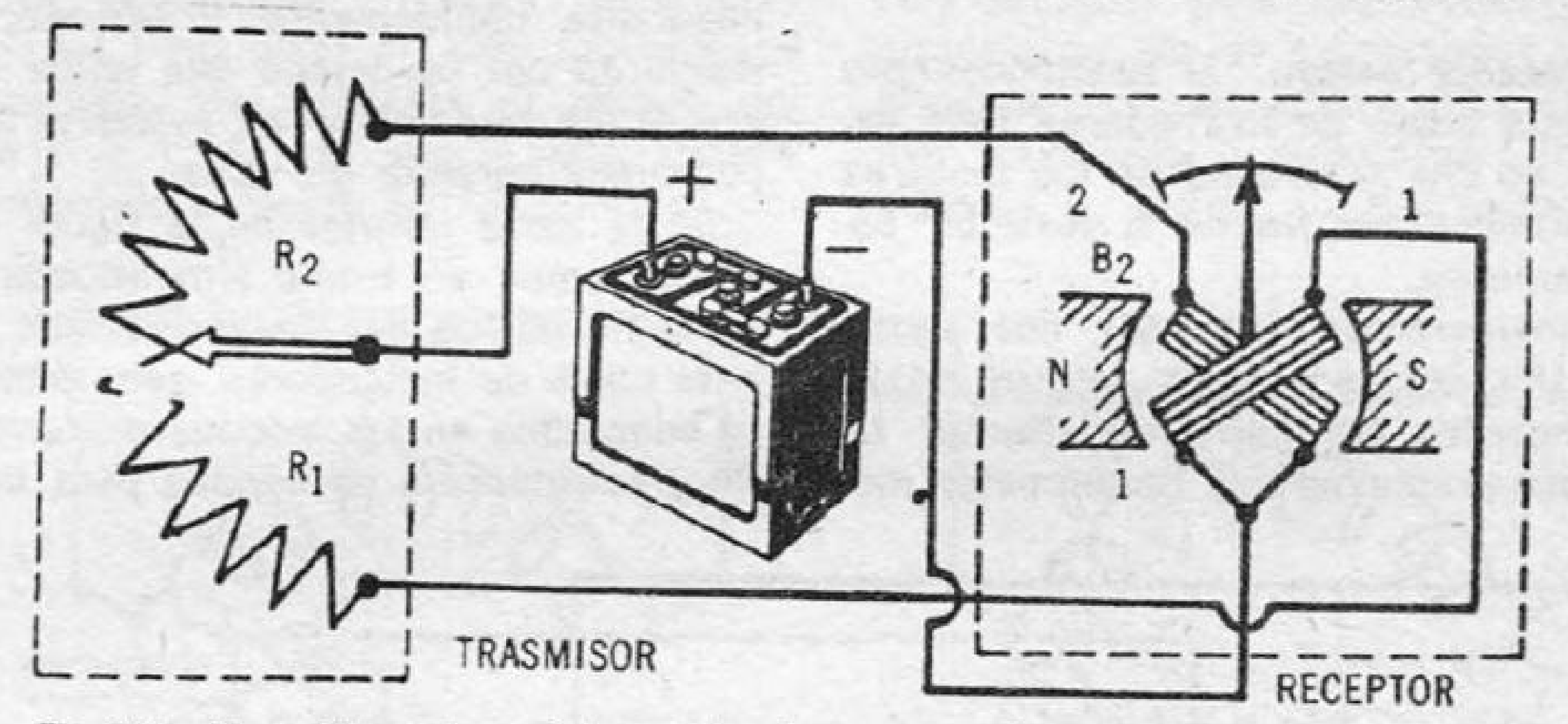


Fig. 144. Dispositivo telemecánico utilizando como medio indicador un potenciómetro en el transmisor y un galvanómetro en el receptor.

Indicador desyn. Este sistema, representado en la figura 145, es el selsyn o autosyn para corriente continua (ver más adelante los indicadores para corriente alterna).

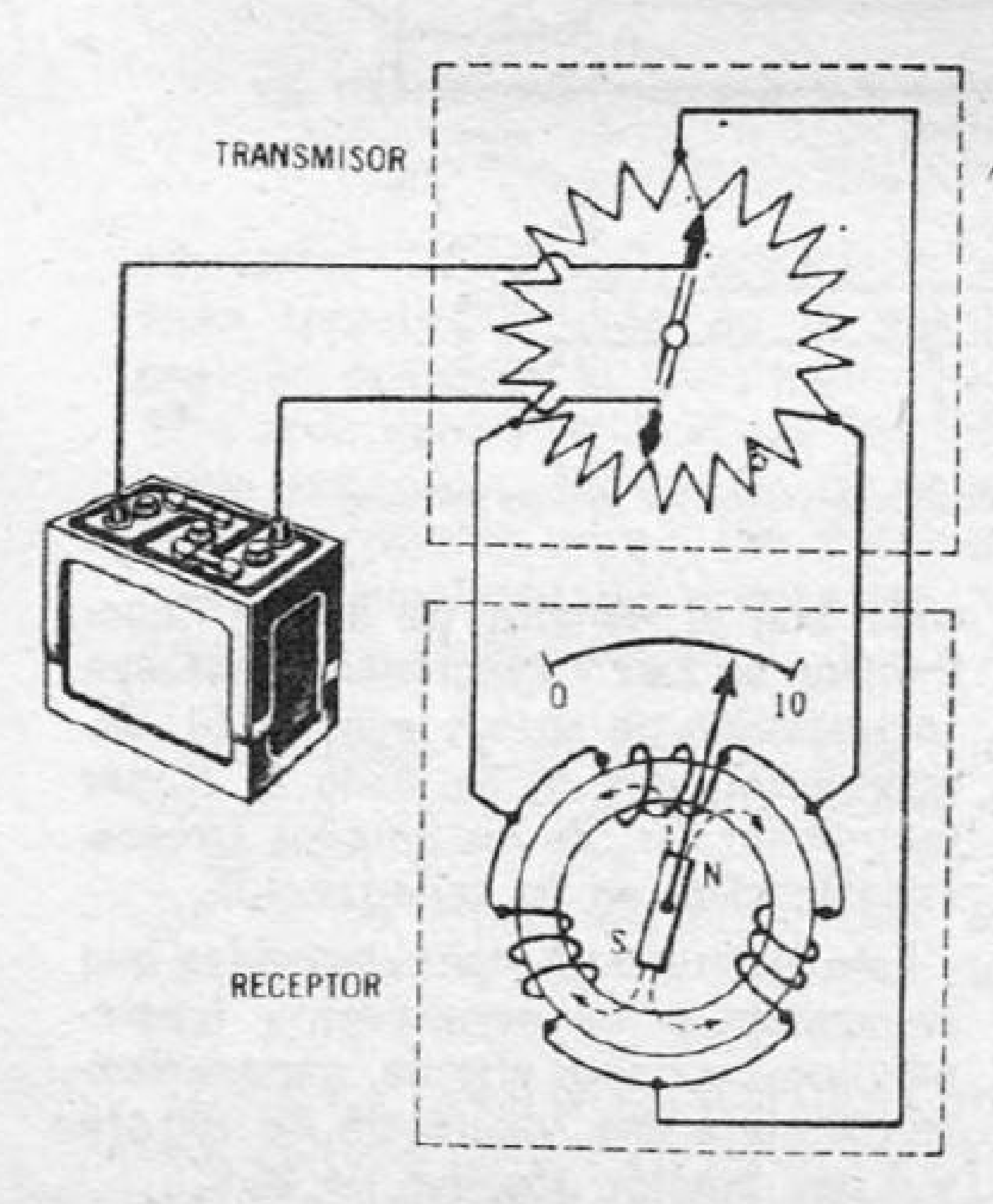


Fig. 145. Equipo telemecánico sistema desyn para corriente continua, utilizando en el receptor un imán como equipo móvil y un devanado trifásico.

fuente de corriente continua, teniendo el potenciómetro tres derivaciones equidistantes que lo interconectan a tres devanados que están dispuestos sobre un núcleo para formar un campo magnético. Dentro del núcleo circular hay un imán, libre de poder girar alrededor de un eje vertical, de suerte que al desplazarse las manetas del potenciómetro (transmisor) accionadas por el mecanismo cuyas variaciones deseamos registrar, se producen variaciones de corriente que son transmitidas a las tres bobinas; es evidente que en ellas se formarán tres campos magnéticos, cuya resultante es que el imán, libre de poder girar en su interior, tome una posición de equilibrio que corresponderá, aproximadamente, a la orientación del equipo móvil del potenciómetro. Como fija en el eje hay una aguja indicadora, cuya flecha se desplaza sobre un sector graduado, es evidente que disponemos de un sistema indicador de los movimientos del potenciómetro y, por ende, del instrumento que lo acasiona.

El indicador desyn no es muy preciso, debiéndose aceptar tolerancias de 2° a 3° en las indicaciones del dispo-

sitivo receptor. No obstante, su sencillez y construcción robusta hace que se lo utilice cuando se trata de obtener indicaciones no muy exactas desde sitios poco accesibles.

INDICADORES DE CORRIENTE ALTERNA

Indicador selsyn. El funcionamiento de esta clase de indicadores está basado en una propiedad de los motores sincrónicos que vamos a describir seguidamente.

Consideremos (fig. 146) dos motores sincrónicos[1] cuyos rotores están alimentados por corriente alterna. La curiosa propiedad que tienen estos motores es que si hacemos girar el rotor de uno de ellos un determinado ángulo, el rotor del otro motor se desplaza exactamente lo mismo; por lo tanto, si el rotor A hace un desplazamiento agular de, por ejemplo 3°, el rotor B también girará 3° en el mismo sentido. Su aplicación práctica a la construcción de instrumentos de control es inmediata; sobre el eje del rotor A (que llamaremos transmisor) actúa una fuerza de torsión que puede ser producida por la, presión del aire, por una dilatación debida a un aumento de temperatura, etcétera, haciéndolo girar un determinado ángulo; imultáneamente, el rotor B (que denominaremos receptor o indicador) se desplaza el mismo ángulo, y si en su eje fijamos una aguja que señale sobre un cuadrante debidamente graduado la magnitud del fenómeno que actúa sobre el eje transmisor, es evidente que podremos apreciar su valor.

En la parte inferior de la figura representamos en forma simplificada el principio básico del funcionamiento de esta clase de indicadores, generalmente adoptados en los aviones modernos. En electrotécnica se conoce este principio con el nombre de selsyn (contracción de *self* y *syncronic*) o autosyn (contracción de *auto* y *syncronic*), denominación que le ha dado la Pioner Instrument Co., de los Estados Unidos, especializada en su construcción.

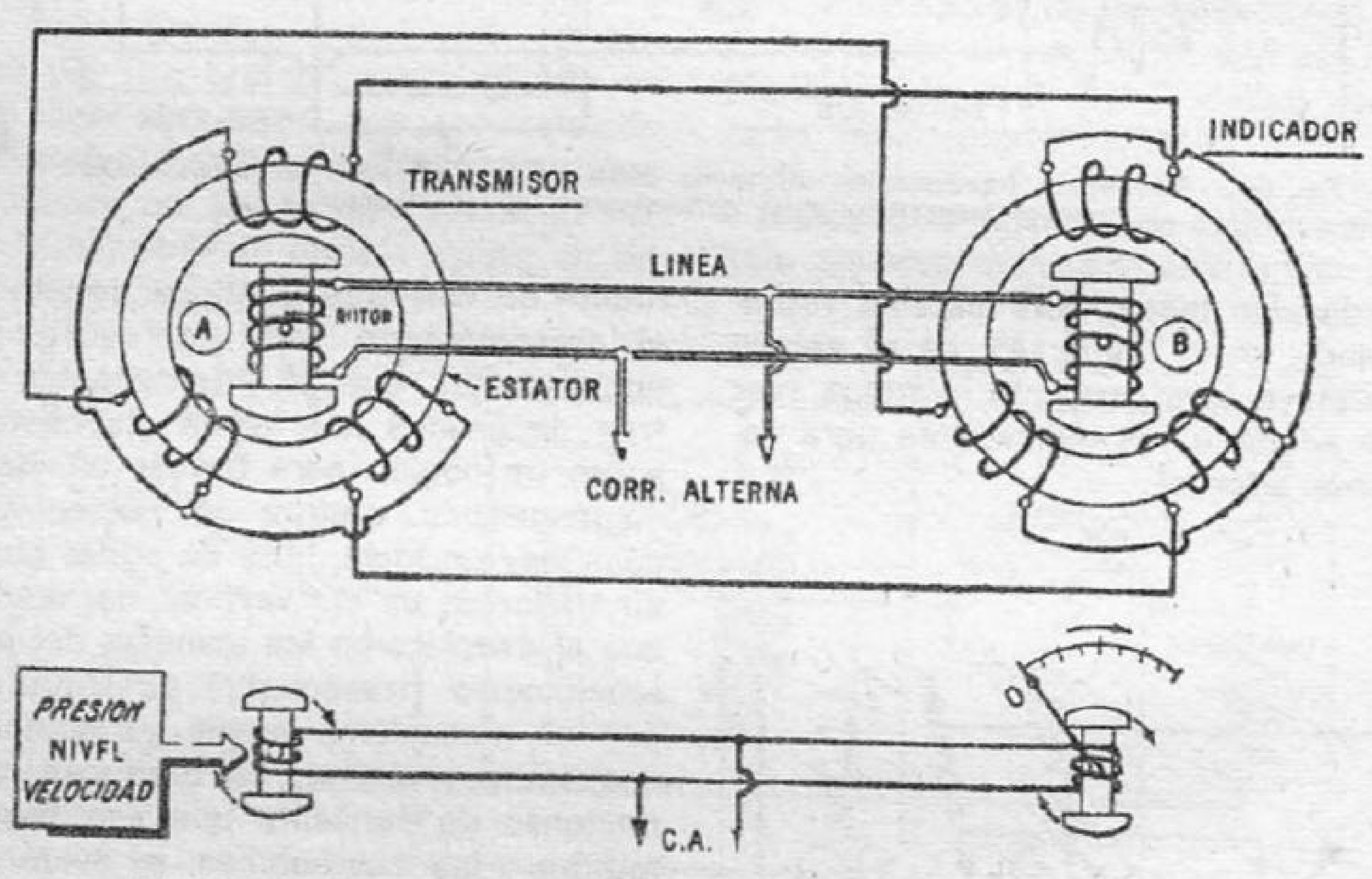


Fig. 146. Principio de los aparatos indicadores utilizados en los aviones.

Este instrumento, como todos los que se aplican a las aeronaves y funcionan con corriente alterna, generalmente trabaja a una frecuencia de 400 cps y a una tensión efectiva de 26 V.

Indicador magnesyn. El esquema de principio de este instrumento lo repre-

[1] En *Electrotécnica Industrial* se describen esta clase de motores.

senta la figura 147. Vemos que se compone de dos estatores alimentados en paralelo por una corriente alterna a 400 cps, 26 V, monofásica; hay además otras dos conexiones a 120° que interconectan los dos estatores.

En el centro de los dos estatores hay un eje vertical sobre el que puede girar libremente un imán; orientando el del transmisor en una determinada posición, se deforma el campo del estator 1, de tal suerte que influye proporcionalmente en los circuitos del

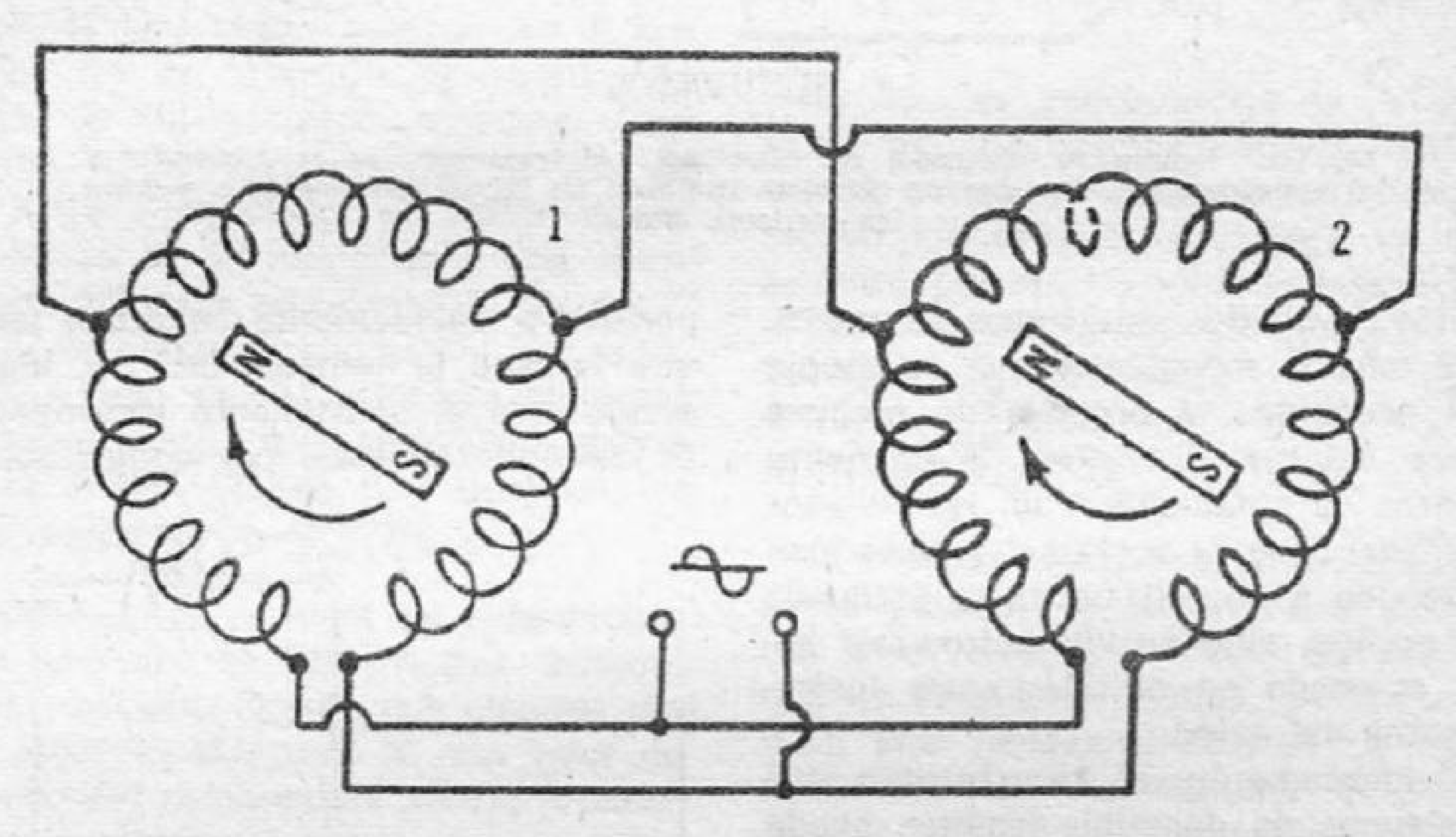


Fig. 147. Sistema magnesyn de aparato indicador telemecánico alimentado con corriente alterna.

estator 2 (receptor), orientando el imán aproximadamente en la misma posición que tiene el imán transmisor. Si a todo esto añadimos que hay una aguja indicadora, fija al equipo móvil receptor, vemos cómo los desplazamientos angulares del transmisor se reproducen en el receptor.

Taquímetro a generador. Este instrumento (taqui = velocidad, metro = = medida) sirve para medir la velocidad de los vehículos. En el caso de los aviones los hay de distintas clases: a) eléctricos; b) mecánicos.

Entre los taquímetros eléctricos merecen citarse los dos sistemas siguientes 1) a generador de corriente alterna, acoplado al motor del avión y un voltímetro colocado en el tablero de instrumentos del piloto; 2) un alternador, accionado por el motor de explosión, está conectado a un motor sincrónico que acciona un taquímetro mecánico.

Vamos a describir el primero de los dos nombrados, pero no dejaremos de mencionar que el segundo sistema es muy utilizado para comprobar la sincronización de las velocidades de los diversos motores de los grandes aviones solamente o bimotores. En este sistema se utiliza un alternador trifásico, cuyo rotor y estator constituyen un sincronoscopio, conectado a los alternadores taquimétricos de los dos motores cuyo sincronismo de velocidad se está confrontando; como el rotor gira a una velocidad angular que es igual a la diferencia de las velocidades de los dos motores que se están comprobando, resulta que en la condición de sincronismo la aguja está fija, y cuando hay discrepancia en las velocidades, indica, hacia un lado o hacia el otro, si se produce un adelanto o un retraso del segundo motor con respecto del primero.

Respecto al taquímetro a generador que pasamos a describir, en la figura 148 ilustramos el esquema del fundamento de este sistema.

Se compone de un alternador monofásico accionado por el eje de la hélice, de manera que el rotor, compuesto de un imán N-S, gira sincrónicamente.

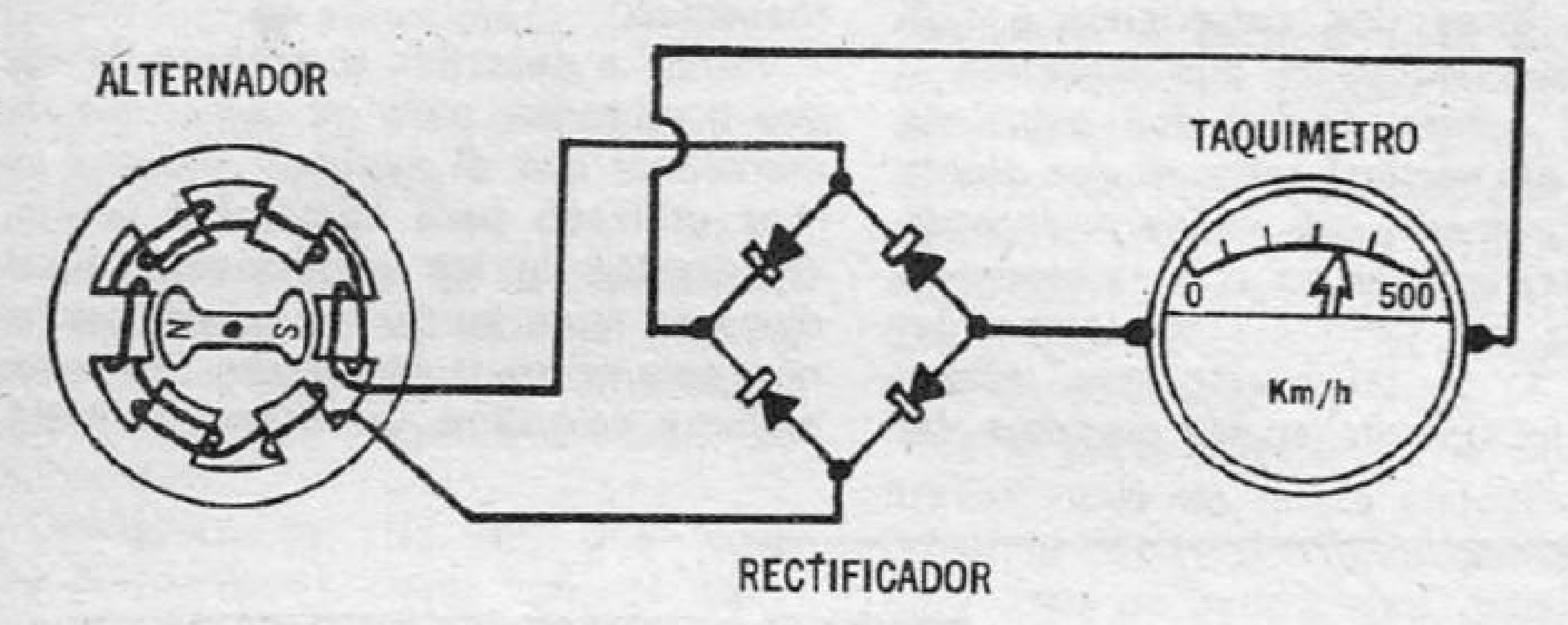


Fig. 148. Taquímetro (indicador de velocidad). El transmisor es un alternador y el indicador un voltímetro de corriente continua; un rectificador metálico redreza la corriente alterna.

En los devanados estatóricos se genera una tensión monofásica que se recoje sin escobillas ni órganos de ninguna clase sujetos a averías; la corriente alterna es conducida a un rectificador metálico, que la rectifica, aplicándose entonces a un voltímetro no graduado en voltios, sino en kilómetros por hora, colocado en el tablero de instrumentos del avión.

Evidentemente, el taquímetro que acabamos de describir también puede utilizarse en otros vehículos, como por ejemplo, en los automóviles, camiones, etcétera.

OTROS INSTRUMENTOS ELECTRICOS

Termómetros eléctricos. En los aviones se utiliza gran cantidad de instrumentos eléctricos fundados en todos los efectos que produce la corriente. Un aparato muy ingenioso, que no tiene ninguna parte movible en el instrumento transmisor, lo constituye el termómetro cuyo esquema de principio ilustra la figura 149.

Se compone de una resistencia termoeléctrica, es decir, formada por un conductor cuya resistencia eléctrica varíe mucho con la temperatura que reina en el recinto donde está colocada. Si la fuente de energía mantiene constante la tensión, es evidente que tenemos un instrumento que nos traduce las variaciones de temperatura en intensidades eléctricas proporcionales, bastando con intercalar un amperímetro debidamente calibrado para que leamos la temperatura del lugar donde está el instrumento transmisor. El calibrado se hace por comparación

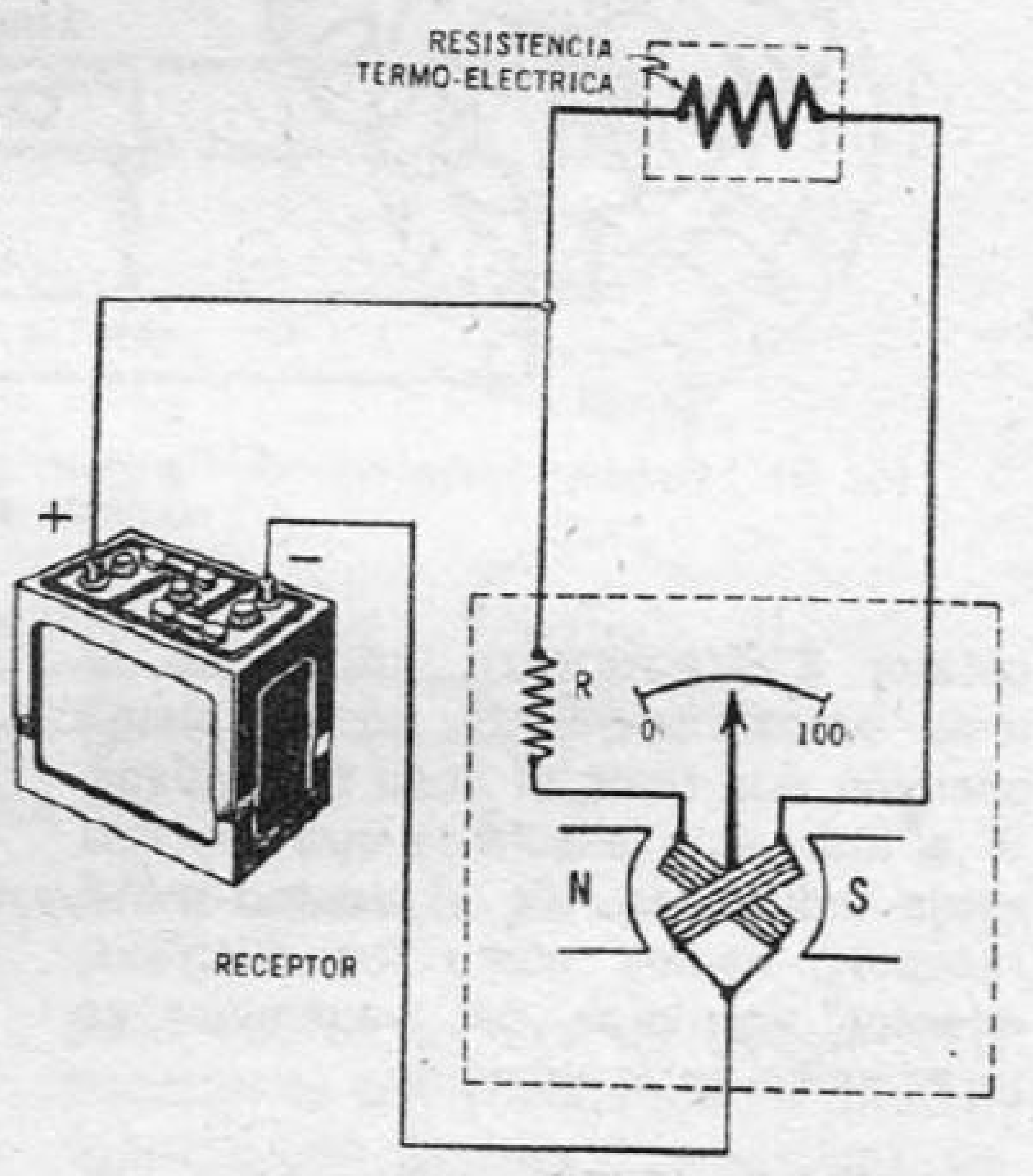


Fig. 149. Equipo telemecánico para indicar la temperatura de los gases de escape, del agua, etc. El transmisor es una resistencia, cuyo valor varía con la temperatura, y el receptor, un galvanómetro.

con un termómetro colocado junto con el resistor termoeléctrico, graduándose así el instrumento receptor.

Una resistencia fija, R, limita el valor de la corriente, evitando que pueda

llegar a adquirir valores que pudiesen ser nocivos para el instrumento indicador, compuesto de un galvanómetro formado de dos bobinas cruzadas, solidarias a un eje central, conectadas en paralelo entre sí y en serie con el resistor termoeléctrico. Variaciones de tensión de la batería ocasionan discrepancias en las indicaciones de este instrumento.

Manómetros eléctricos. Estos instrumentos tienen una gran importancia porque mediante ellos el piloto sabe cuál es la presión que hay en el sistema de circulación de aceite, del agua de refrigeración, etcétera. Casi todos estos instrumentos actúan de la manera siguiente: un pistoncito se desplaza en un cilindrito o una membrana colocada en una pared del depósito, desplazando una varilla que actúa con alguno de los sistemas descritos anteriormente; el sistema magnesyn (vea la fig. 147) es muy empleado en los manómetros de los aviones.

Indicadores de nivel del combustible. Se emplean en los aviones evitando todo contacto directo con ninguna pieza electrificada, pues el alto valor octánico del combustible podría producir una explosión a causa de la chispa más insignificante. Por esto se utilizan, entre varios, los indicadores a capacidad eléctrica, cuyo valor varía según la altura de la bencina, por tener ésta un coeficiente dieléctrico distinto que el del aire.

Indicadores de consumo del combustible. Revelan al piloto el ritmo del gasto que se efectúa y, en consecuencia, permiten evaluar las horas de vuelo que puede efectuar con el combustible que queda en los depósitos, señalado por los indicadores de nivel ya descritos. Los indicadores de consumo actúan por la acción de unas pequeñas palas que giran al fluir el combustible por el tubo del depósito; esto da por resultado que se produzca un desplazamiento, que se comunica a uno de los dispositivos antes descritos para que eléctricamente comuniquen las variaciones al instrumento receptor colocado en el tablero de instrumentos.

También hay indicadores de consumo del combustible fundados en que el flujo de líquido acciona una pequeña turbinita, en cuyo eje hay un dispositivo taquimétrico (generador eléctrico minúsculo) que envía al tablero de mando las variaciones de corriente, proporcionales al número de revoluciones del rotor y, por consiguiente, al consumo de combustible; el instrumento receptor está graduado en litros, por segundo o minuto, que consume el avión.

En fin, hay instrumentos de "pilotaje" y de "navegación" de los cuales vamos a dar una idea general describiendo las brújulas utilizadas en los aviones, por ser un ejemplo interesante de los instrumentos empleados a bordo de las aeronaves.

INSTRUMENTOS DE PILOTAJE

Giróscopos eléctricos. La navegación aérea presenta características similares a la navegación marítima por lo que se refiere al pilotaje; de ahí que haya sido necesario obtener un horizonte artificial, permanente, a pesar de las constantes fluctuaciones del avión, así como una dirección azimutal. Esto se ha conseguido mediante giróscopos, que, girando a gran velocidad, mantienen sus ejes en la posición requerida no obstante los cambios del avión.

Los giróscopos empleados en las aeronaves son motores asincrónicos trifásicos, con el estator interno y el rotor externo. Los giróscopos empleados en los EE. UU. utilizan corriente alterna a 400 cps, lo cual imprime al rotor una velocidad de unas 23 000rpm; desde luego, estas elevadísimas velocidades exigen un sistema especial de suspensión del equipo giratorio, que debe estar perfectamente equilibrado dinámicamente y, además, que los cojinetes, el eje, etcétera, giren bien libremente.

Los giróscopos de eje vertical y de eje horizontal son alimentados con corriente obtenida de la generatriz de

corriente alterna que tienen los aviones de gran autonomía de vuelo. Hay generadores de distintas características de tensiones, de diferente clase de corriente generada (monofásica o trifásica) y de diversas potencias.

En el horizonte artificial, denominado también horizonte giroscópico, el eje del giróscopo debe permanecer siempre vertical, independientemente de las evoluciones que haga el avión en el espacio.

En los giróscopos direccionales o azimutales, el eje del giróscopo debe conservar la posición horizontal cualquiera sea la que tenga el avión.

tos eléctricos recorridos por corrientes de diversas intensidades y frecuencias producen indicaciones falsas de la brújula. En cambio, colocándola en un lugar bien elegido, donde estas perturbaciones sean mínimas o fácilmente compensadas, se consigue tener a disposición del piloto la guía segura de orientar la aeronave.

Brújula sistema patyn. El esquema general se representa en la figura 150, que es una aplicación concreta del principio del sistema patyn, de mando a distancia, descrito anteriormente e ilustrado en la figura 142. La diferencia esencial con el principio ya descrito consiste en que los potenciómetros son ahora circulares, alimentados con tomas diametrales, y, en fin, en que ahora tenemos tres circuitos diagonales en vez de dos.

Gracias a estas disposiciones se obtienen indicaciones continuas en los 360°, sin que pueda surgir ninguna duda acerca de la dirección verdadera, cosa que podría ocurrir si el desplazamiento del limbo fuese sólo de 180°.

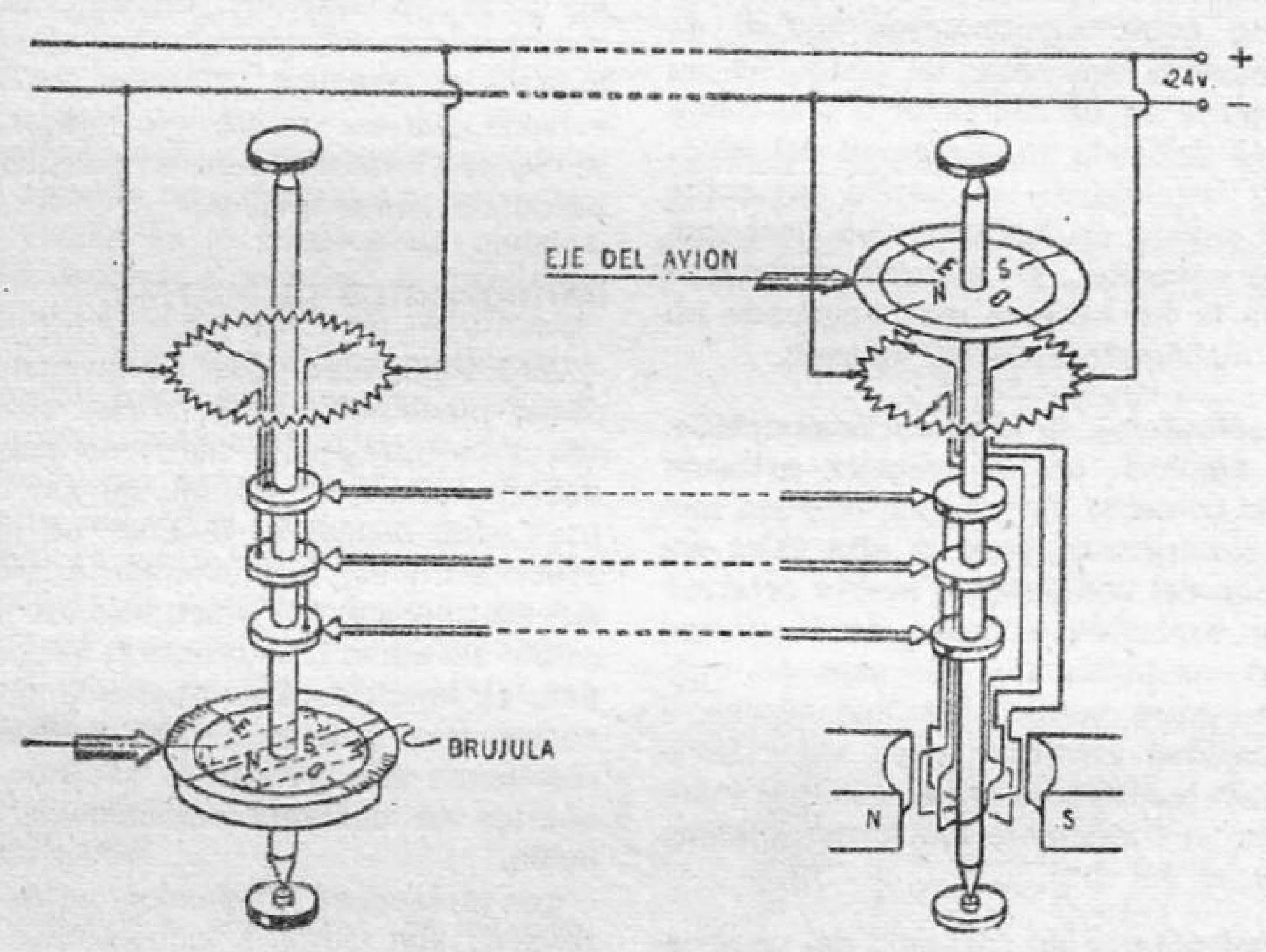


Fig. 150. Brújula con sistema telemecánico para alimentar diversos equipos indicadores colocados a distancia de la brújula madre, la cual se coloca en un lugar alejado de las masas metálicas y perturbadoras.

INSTRUMENTO DE NAVEGACION

Brújulas. Los aviones emplean diversas clases de brújulas, basadas en efectos giroscópicos unas y en efectos magnéticos otras.

La transmisión de la orientación de una brújula magnética por medio de un sistema indicador a distancia tiene una importancia enorme en los aviones modernos, donde las grandes masas metálicas y la gran cantidad de circui-

La disposición que acabamos de indicar tiene una precisión de medio grado, en más o en menos, del valor exacto marcado por la brújula madre, pudiéndose accionar hasta unas 20 brújulas repetidoras.

Brújula magnesyn. Es más sencilla que la patyn, pero no tiene tanta exactitud: puede variar en 1° o en 2°, en más o en menos, de la posición verdadera.

Este tipo de brújula utiliza el sistema indicador a distancia descrito en la figura 147, sin ninguna variación. El imán del transmisor puede ser la misma brújula madre, lo cual simplifica en gran manera la instalación.

Con este sistema se pueden accionar hasta 3 brújulas repetidoras.

128. Motores auxiliares en los aviones

La instalación eléctrica se ha complicado más con la colocación de ciertos motores auxiliares, utilizados para efectuar ciertas maniobras, tales como la retracción de las ruedas (para que no ofrezcan resistencia al aire) en el interior del cuerpo del aeroplano, desplazamiento de las alas, etcétera. Estos motores funcionan con la batería de acumuladores; por lo tanto, trabajan a tensiones de 12 V o 24 V. Según el tipo de avión, varía la potencia de estos motores, de los cuales en la tabla indicamos sus principales características.

129. Señales luminosas en las aeronaves

Las diversas luces que sirven para señalar la presencia y situación de un aeroplano en pleno vuelo son similares a las de los barcos; se emplean los mismos colores y disposiciones. La figura 151 representa la colocación de las tres luces principales, intensidades lumínicas que deben tener y ángulos que deben cubrir.

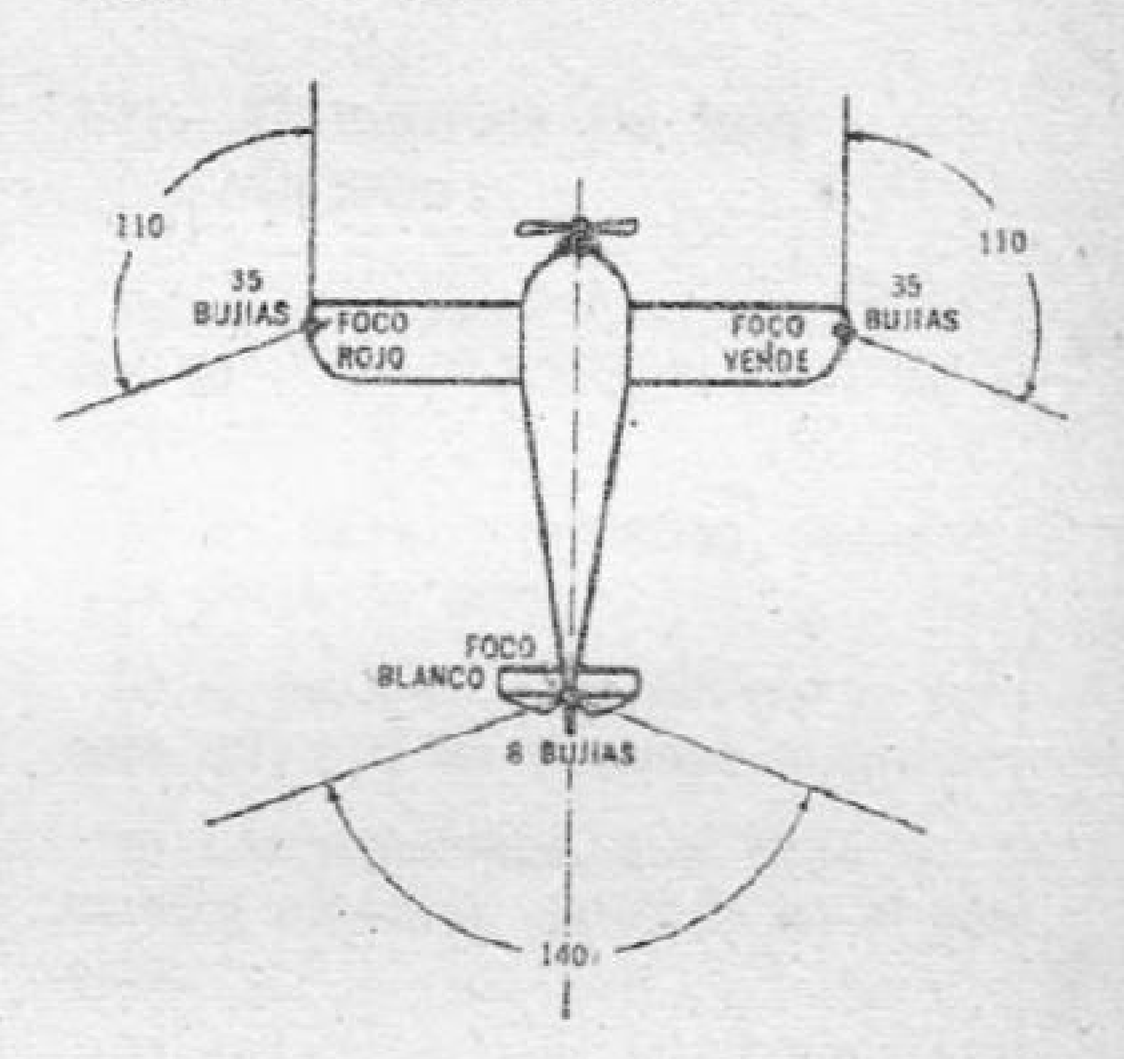


Fig. 151. Sistema de luces de los aviones: es igual que el de los barcos.

Tabla 5

CARACTERISTICAS DE MOTORES AUXILIARES

Potencia (CV)	Tensión (V)	Velocidad (rpm)	Conexión	Peso (kg)
0,25	24	3 300	compuesta	4,5
0,5	12	1 500	serie	6,3
1,5	12	4 000	compuesta	10,0
2,—	24	3 000	compuesta	3,0
2,25	24	4 000	serie	10,0
2,85	24	3 600	serie	10,0
4,05	24	3 600	serie	6,0

QUINTA PARTE

LA DINAMO Y SU REGULACION

Capítulo XV

CONSTRUCCION Y FUNCIONAMIENTO

130. La dínamo

Se da este nombre a una máquina que tiene la propiedad de generar electricidad al hacer girar un bobinaje en el seno de un campo magnético. Esta máquina es reversible, lo cual significa que, haciendo pasar una corriente eléctrica por el mismo devanado, entonces se pone a girar, siendo capaz, por lo tanto, de producir fuerza motriz.

Cuando una dínamo genera energía eléctrica, se llama generatriz, y si produce fuerza mecánica, motor eléctrico. Se ha generalizado la denominación de dínamo para designar la máquina generatriz de corriente continua, llamándola motor eléctrico cuando funciona como conversor de energía eléctrica en mecánica. En consecuencia, llamaremos dínamo a la máquina que produce corriente continua cuando es movida por un esfuerzo mecánico exterior (por medio del motor de explosión en el caso de los automóviles), y motor eléctrico a la máquina que, recibiendo electricidad, produce fuerza motriz; es el caso del motor de arranque de los coches, que absorben energía eléctrica de la batería. En el transcurso de esta obra emplearemos, indistintamente, la denominación de dínamo, generador y generatriz para designar la máquina productora de energía eléctrica.

131. Elementos de una dínamo

Las partes esenciales de un generador de corriente continua son las siguientes:

a) Un campo magnético, con uno o más pares de polos;

b) El inducido, formado por el bobinaje, que gira en el campo magnético;

c) Las escobillas, que recogen la energía eléctrica generada en el inducido;

d) El colector, que establece el circuito de las diversas bobinas del inducido con las escobillas.

132. Cómo funciona la dínamo

La figura 152 representa los elementos fundamentales que componen una generatriz de corriente continua o dínamo. Vemos los dos polos, N y S, del campo magnético, con una serie de líneas finas, representativas de las líneas de fuerza. En su interior gira el inducido (del cual sólo representamos una espira) alrededor del eje F G; dicha espira termina en dos medios anillos: el colector, que gira con el inducido. Así, las escobillas hacen contacto permanente entre el circuito exterior, o de utilización, y el circuito interior del bobinaje del inducido.

Consideremos la espira en la posición representada en la figura. Con las líneas de fuerza del campo magnético de abajo, si el inducido gira según indica la flecha, la porción AB de la espira se verá recorrida por una corriente que irá de derecha a izquierda, y la parte CD, de izquierda a derecha, resultando de ello que de la escobilla superior saldrá fluido eléctrico (polo +), mientras que la escobilla inferior recibirá el retorno del circuito exterior (polo −). El porqué al girar una espira en un campo magnético se produce electricidad, es un fenómeno que, hablando con franqueza, no se sabe; se dice, sí, que al cortar un conductor cien millones de líneas de fuerza en un segundo, se genera en él una presión eléctrica de un voltio; pero, ¿existen estas líneas de fuerza?... En fin, dada la índole elemental de esta obra y los fines a que está destinada, vamos a suponer que es así: que los campos magnéticos son una región o lugar del espacio en el cual existe un estado de tensión especial, que supondremos formado por líneas de fuerza, las que, al ser cortadas por un conductor, producen una transmutación de energía mecánica en energía eléctrica.

Como sea que para producir electricidad es condición indispensable cortar líneas de fuerza magnética, si la espira pasa por la posición indicada en la figura, el corte es máximo; en cambio, cuando, al dar un cuarto de vuelta, el plano de la espira se coloca en dirección perpendicular al papel, o sea que se vea de perfil, como entonces las porciones AB y CD se mueven siguiendo la misma dirección que las líneas del campo, paralelamente, y, por lo tanto, no las cortan, es evidente que en tales sitios no se genera corriente. Observe un punto fundamental: cuando la parte superior de la espira, girando, se desplaza de adelante hacia atrás, o sea que se aleja de nosotros, la porción inferior se acerca; esto hace que los sentidos de las corrientes engendradas en cada una de estas porciones de espira sean de sentido contrario, según indicamos en el diagrama.

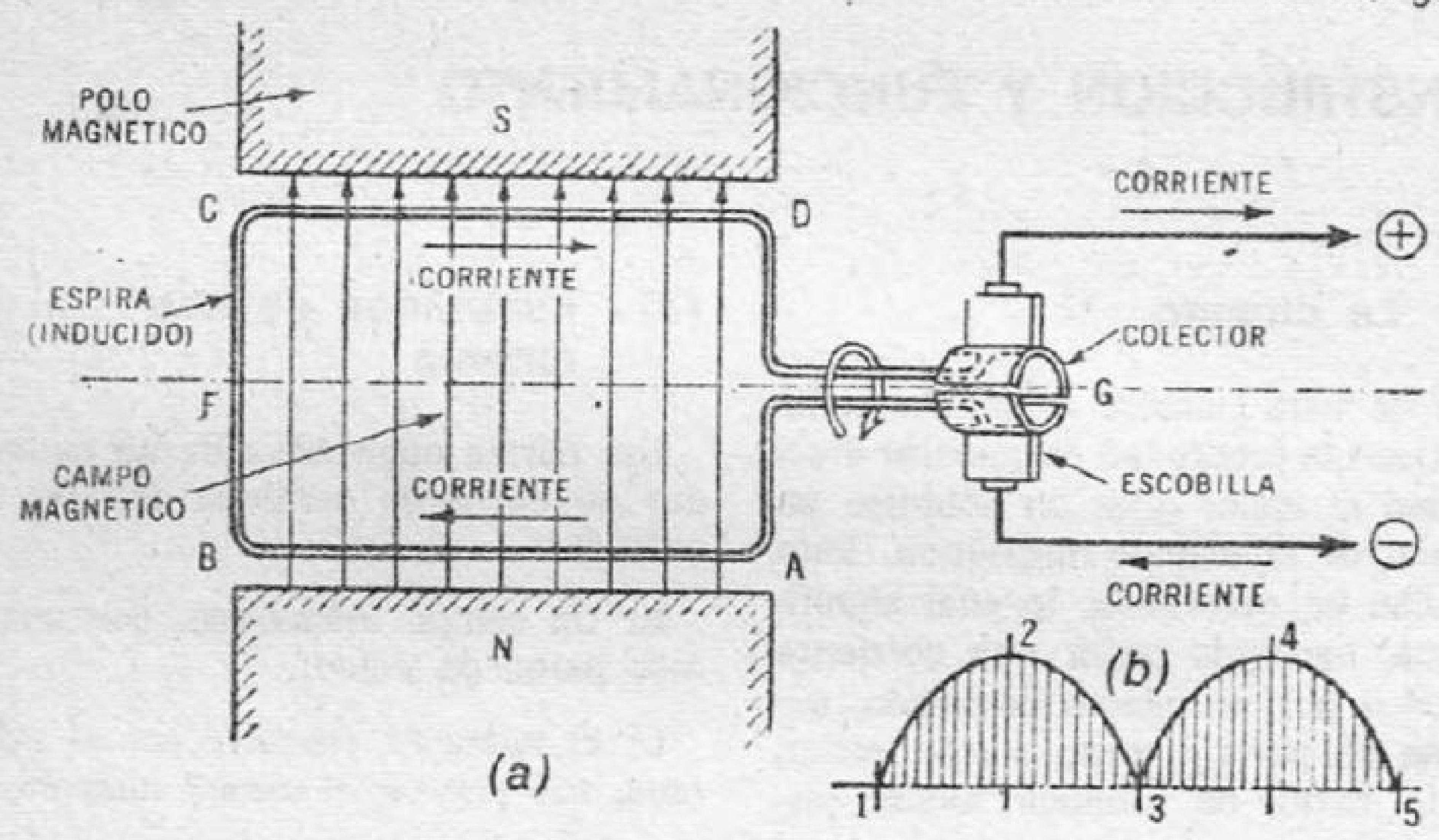


Fig. 152. Generación de energía eléctrica por medios magnéticos y mecánicos.

Si representamos ahora los valores instantáneos de la corriente, resulta que los máximos [puntos 2 y 4 de la figura (b)] indican los instantes en que la espira corta el máximo de líneas de fuerza, o sea, la posición indicada en la figura (a); en cambio, cuando la espira se sitúa perpendicularmente al campo magnético, es decir, cuando la veamos de perfil (dirección FG) entonces, siendo nulo el corte de líneas de fuerza, no se produce energía eléctrica, lo cual repre-

sentamos por los puntos 1, 3 y 5 del diagrama de la figura (b). Evidentemente, las posiciones intermedias de la espira producen toda la gama de valores variables representados por la figura (b), cuyas curvas indican la energía engendrada en la espira al dar ésta una vuelta completa.

Si bien es cierto que en las posiciones AB y CD cambia de sentido la corriente que las recorre al dar media vuelta la espira (y, en consecuencia, son recorridas por corrientes de sentido contrario), en el circuito exterior siempre hay el mismo sentido de circulación del fluido, gracias a haber cortado en dos trozos el anillo colector. En efecto, cuando la espira haya dado media vuelta (con respecto de la posición indicada en la figura), entonces las escobillas frotarán sobre la parte cortada del colector, pasando a hacer contacto de una mitad del anillo a la otra mitad; como en este preciso instante es cuando se invierte el sentido de la corriente en la espira, resulta que la escobilla superior será la que siempre dará salida al fluido eléctrico (polo +), mientras que la inferior lo recibirá después de haber recorrido el circuito exterior (polo −). Luego, el colector tiene dos finalidades muy distintas: a) recoger la energía eléctrica generada en el bobinaje del inducido y comunicarla al circuito exterior; b) realizar el cambio de sentido de la corriente por la inversión alternada del contacto de cada escobilla con los dos extremos del devanado; a este proceso se lo denomina conmutación. Debido a esta doble misión de recoger o colectar la energía generada en el bobinaje del inducido y, además, invertir o conmutar su sentido, a este órgano se lo llama colector o conmutador.

Las dínamos no están construidas con una sola espira, sino con muchas, dispuestas a distancias equidistantes del inducido. Como cada extremo debe conectarse a dos porciones del conmutador (no pudiendo ser medios anillos, como en el caso de una sola espira), resulta que el colector está formado por una serie de segmentos, denominados delgas. La figura 153 representa un inducido con ocho espiras; por consiguiente, con 16 extremos de bobinado, cada uno de los cuales se conecta a una delga, habiendo, por lo tanto, 8 pares de delgas dispuestas diametralmente.

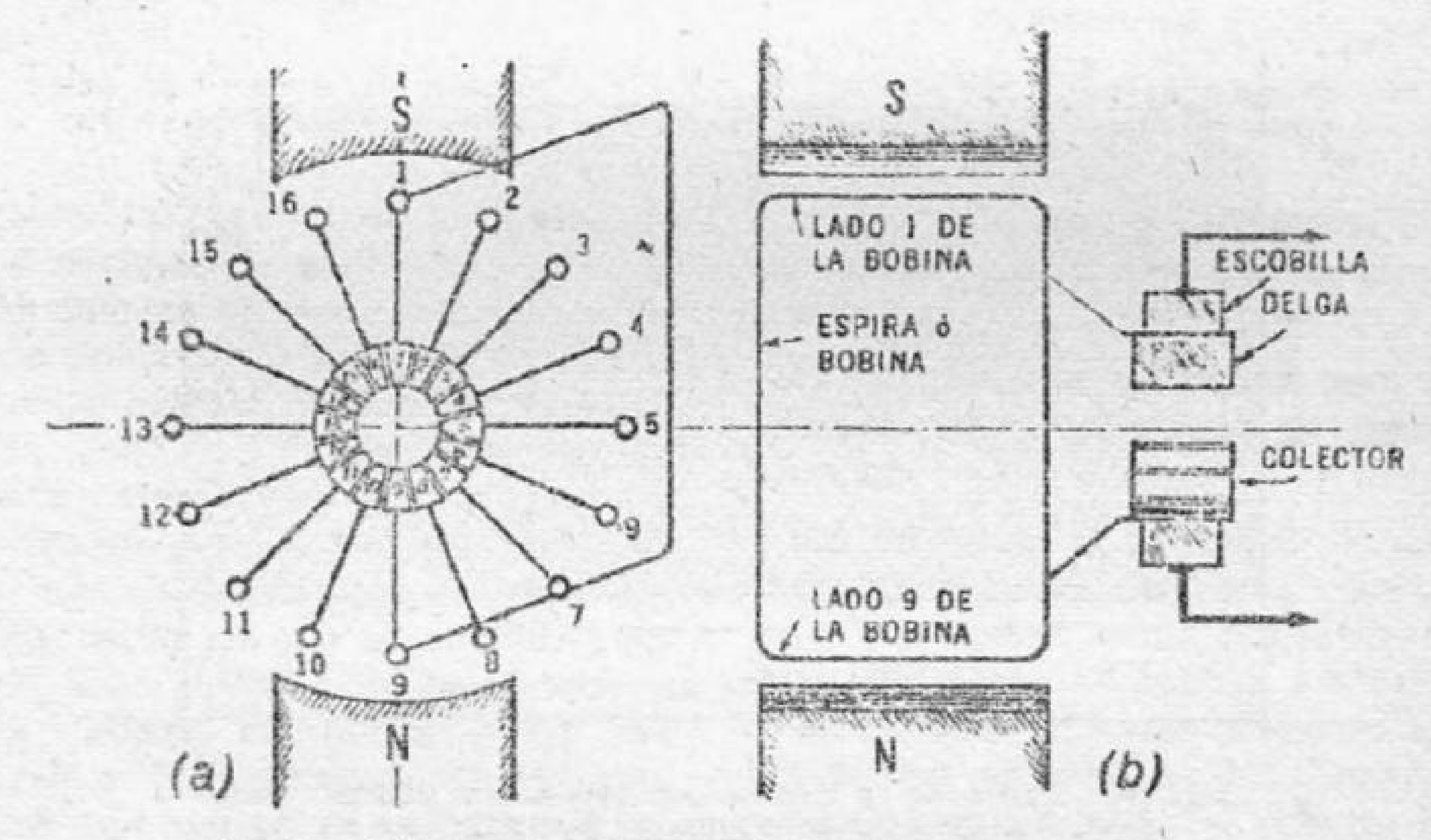


Fig. 153. Bobinaje de máquina eléctrica de corriente continua.

En esta figura hemos numerado del 1 al 16 los extremos de cada bobina; cada uno de ellos está conectado a una delga del colector. Luego, un extremo de bobina se conecta a la delga 1 y el otro extremo de esta misma

bobina a la delga 9, diametralmente opuesta [fig. 153: en (a), en perspectiva, y en (b), con las interconexiones del colector]. Sólo indico una espira porque la representación de las ocho complicaría demasiado la figura.

Al dar una vuelta completa las 8 espiras, se obtienen las variaciones de tensión eléctrica representadas en la figura 154, que debe compararse con la figura 152 (b). Las ligeras ondulaciones son debidas a la variación del número de líneas de fuerza cortadas al desplazarse cada bobina el ángulo en que permanecen en contacto las escobillas con las delgas correspondientes. La primera ondulación de la izquierda corresponde a la primera bobina, cuyos extremos son 1 y 9; la segunda ondulación pertenece a la bobina cuyos cabos son 2 y 10; la tercera ondulación, a la bobina que tiene los extremos 3 y 11, y así sucesivamente, hasta llegar a la octava y última bobina, cuyos extremos son los cabos 8 y 16, completándose así una vuelta completa del inducido.

Las variaciones de la tensión son muy pequeñas y pueden considerarse como de valor constante para los fines prácticos. En efecto, los valores del voltaje inducido se representan en la escala de la izquierda; considerando los valores mínimos de las ondulaciones iguales a V voltios (6,5, por ejemplo), los valores máximos tendrán un aumento a, o sea, V + a; admitiendo que es igual a 2 décimas de voltio, tendremos que la tensión en los bornes de la dínamo variará entre V y V + a, o sea, entre 6,5 V y 6,5 + 0,2 = = 6,7 V. Estas variaciones no afectan ni la carga de la batería de acumuladores ni la intensidad lumínica de las luces del coche, aun cuando la dínamo cargue la batería y, simultáneamente, alimente los circuitos de los faros y de las diversas luces.

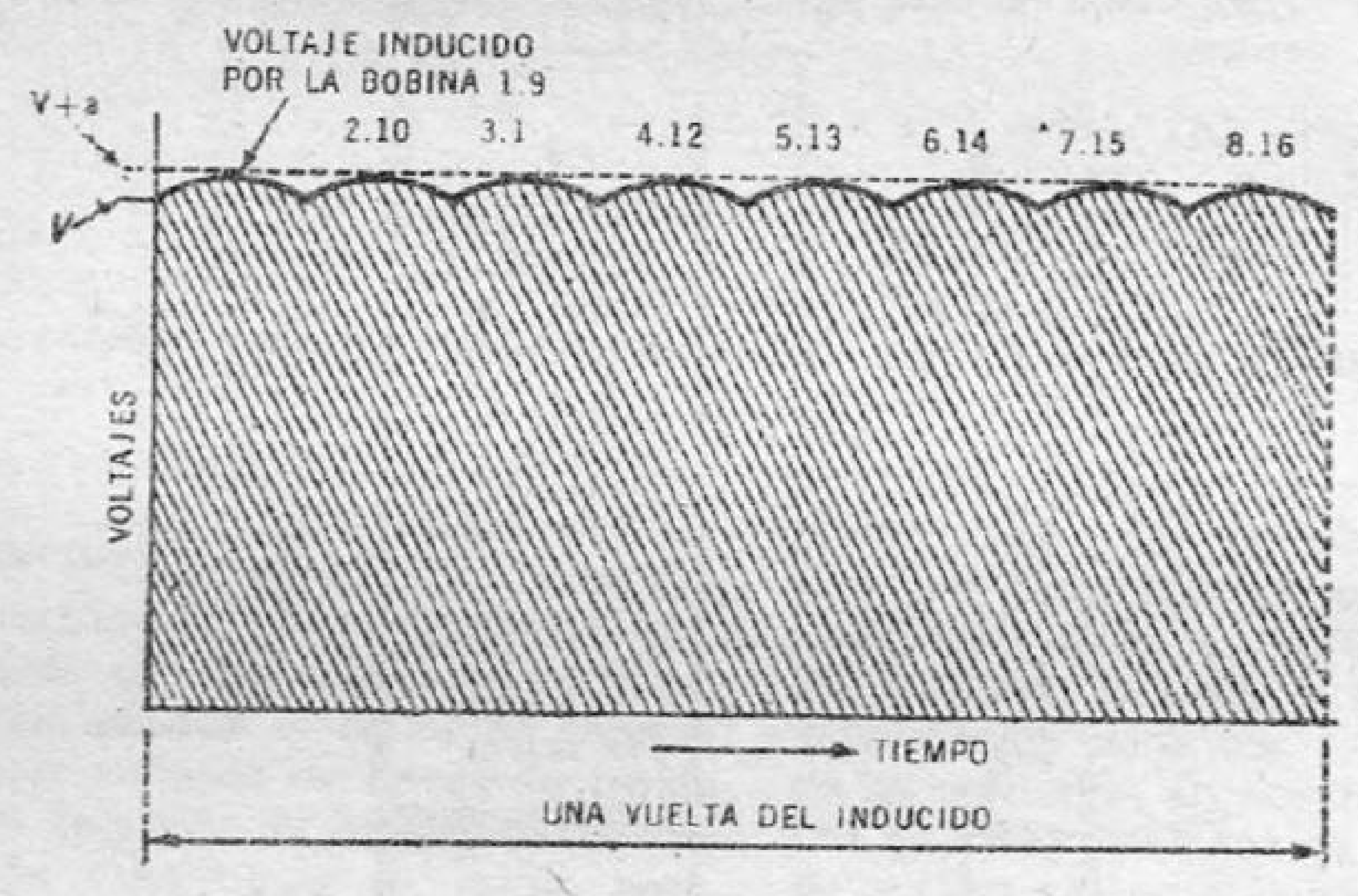


Fig. 154. Gráfico de la tensión que genera una dinamo. Estas ligeras fluctuaciones no afectan el funcionamiento de los sistemas eléctricos del automóvil.

133. El inductor

El campo magnético de las dínamos está compuesto de varios polos, siempre en número par, siendo muy general el tipo de 2 y 4 polos, que representamos en las figuras 155 y 156. En algunos casos (excepcionales) tienen 6 y hasta 8 polos.

En las dínamos de los automóviles es cilíndrica la armadura que sostiene las masas polares; es un verdadero tubo, de paredes gruesas, y en él se fijan los núcleos que forman los polos. Así se forma el circuito magnéti-

co, que representamos con líneas finas punteadas, pasando a través del aire desde el polo N al polo S.

Las masas polares son circulares para adaptarse a la forma que tiene el inducido, debiendo haber entre ambas superficies un espacio lo más pequeño posible; es lo que se llama el entrehierro, que en las dínamos de pequeña potencia acostumbra a ser de

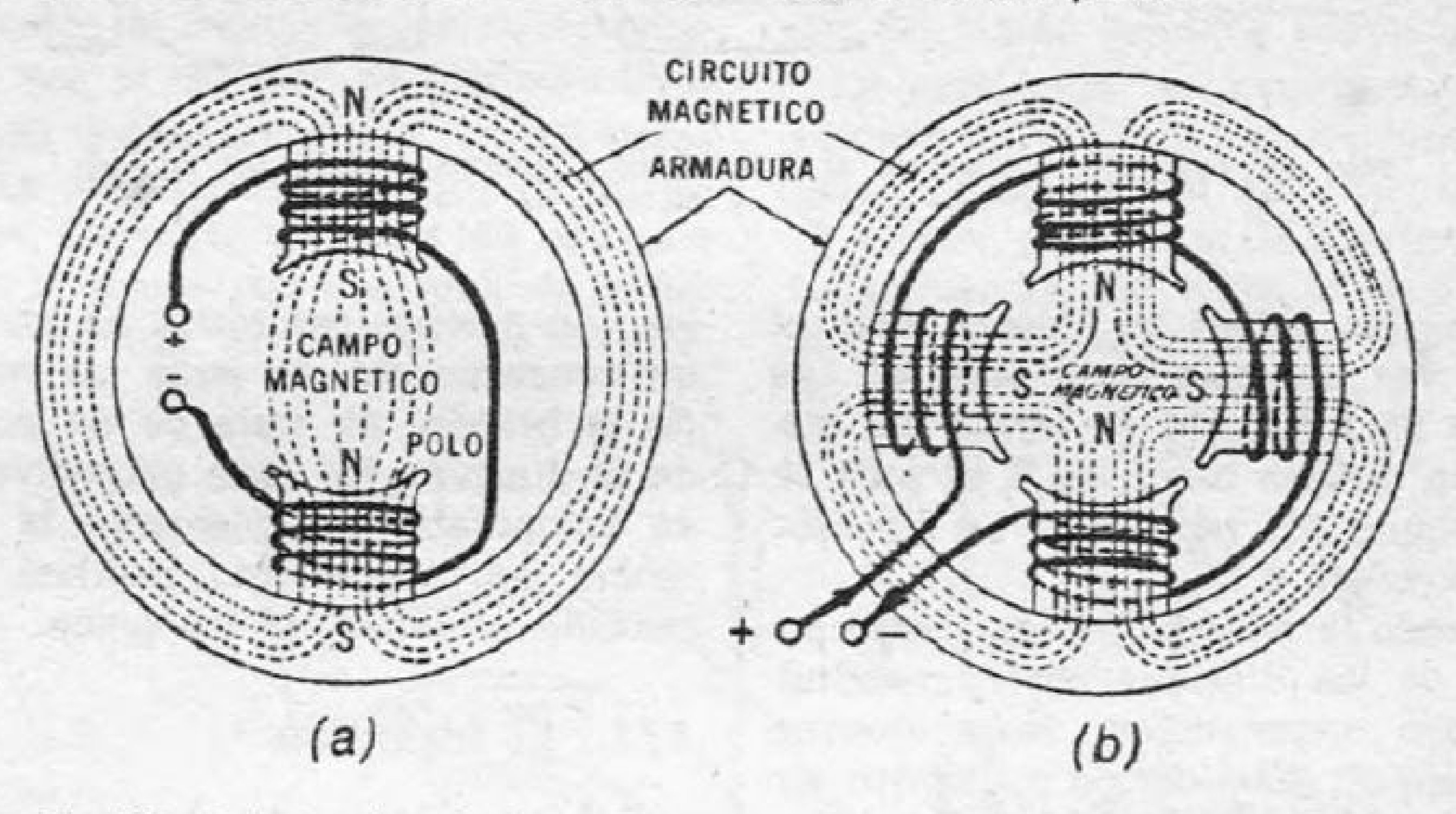


Fig. 155. Inductor de máquina bipolar con un solo devanado.

Fig. 156. Máquina tetrapolar con los devanados en serie.

un milímetro, abundando los casos de 6 a 8 décimas de milímetro.

Las uniones entre la armadura y las masas polares, a cuyo conjunto se lo denomina inductor, deben ser muy perfectas, pues el más pequeño espacio de aire actúa como una reluctancia (resistencia de los circuitos magnéticos) enorme; basta recordar que, aun en los casos en que el circuito magnético esté hecho con hierro de la mejor calidad, un milímetro de aire equivale a la reluctancia de mil milímetros (un metro) de circuito magnético.

La corriente que circula por las bobinas de campo que forman los polos del campo magnético, debe ser continua y, según el sentido de su propagación, forma la polaridad de cada masa polar (fig.155). Las dínamos de los autos tienen el circuito de las bobinas de campo conectado en paralelo con el circuito exterior, que se designa con el nombre de excitación en derivación o en shunt.

Podemos resumir lo referente al inductor de las dínamos en la forma siguiente:

a) El metal empleado es hierro dulce, tanto para la armadura como para las masas polares;

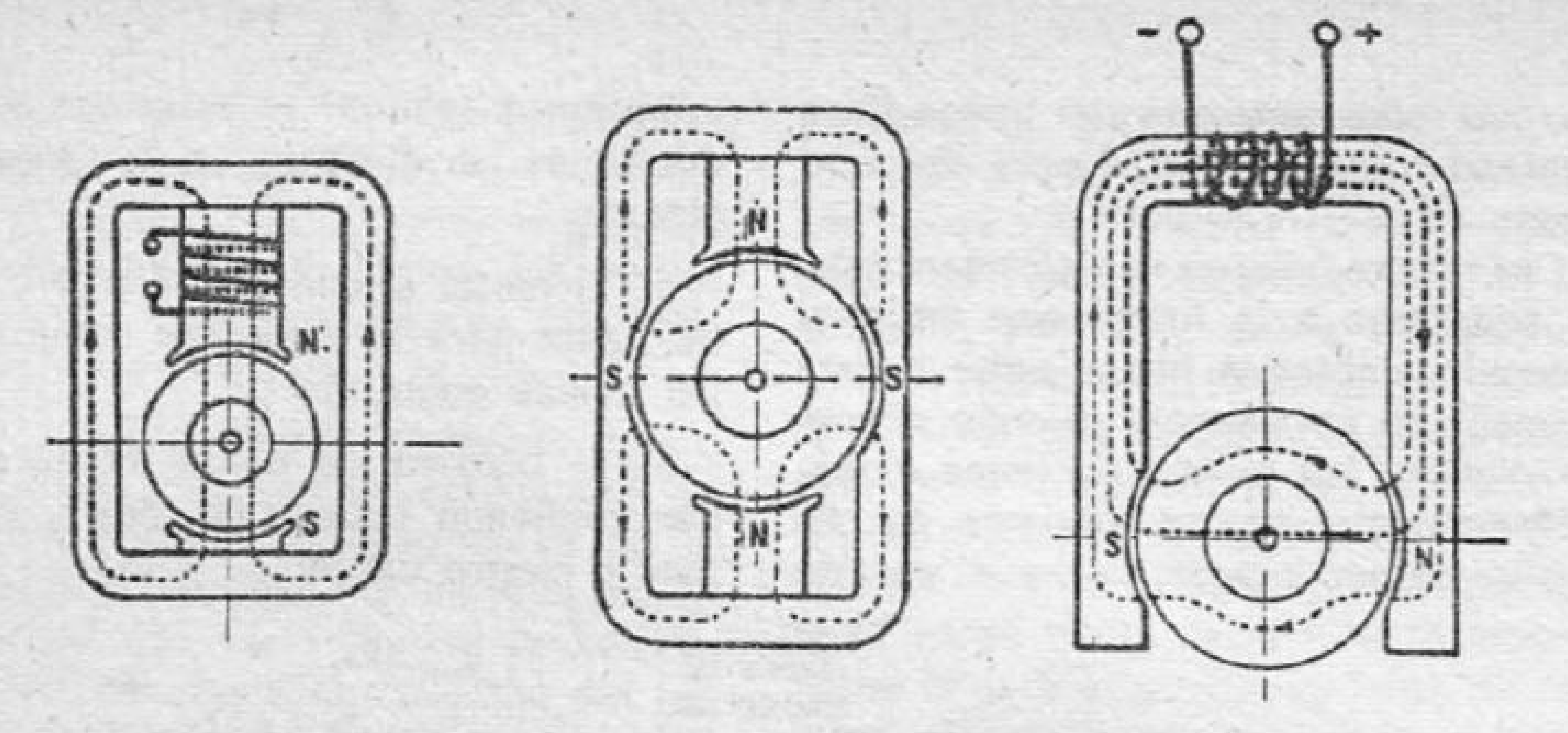
b) El número de polos siempre es par, pudiendo haber uno, dos y hasta tres o cuatro pares;

c) Los polos están dispuestos alternadamente: un N, luego un S, otro N, etcétera;

d) La corriente empleada para formar los polos magnéticos es siempre continua.

Las dínamos de los autos tienen, a veces, armaduras de forma rectangular, y una bobina forma dos masas polares (fig. 157). La bobina, situada en la parte superior, forma el campo magnético con un polo N; las líneas de fuerza pasan a través del espacio hasta alcanzar la masa polar inferior, siguiendo luego por el interior del núcleo de hierro hasta llegar al polo N.

La figura 158 representa otro ejemplo: 4 polos formados por dos bobinas; los dos polos N se crean por acción de las bobinas de campo, y los polos S, por efecto de la proximidad del hierro del inducido; la dirección de las líneas de inducción (líneas de fuerza dentro de la masa de hierro) se representa por línea de puntos con



Figs. 157, 158 y 159. Inductores de las máquinas eléctricas utilizadas en los automóviles: dínamos y motores de arranque.

flecha; las líneas de fuerza (por el aire) van del polo N al polo S. Las líneas de inducción (a través del metal) se dirigen del polo S al polo N.

La figura 159 representa un inductor en herradura o C.

Cuando la armadura y las masas polares de las dínamos están constituidas con hierro dulce, éstas siempre retienen un débil campo magnético sin que pase la corriente por las bobinas de campo; es lo que se denomina magnetismo residual. Gracias a esto, los (de nombre contrario) es atraído; en consecuencia, si atrae un polo N de la brújula, se trata de un polo S de la dínamo. Por este procedimiento se comprueba no solamente la existencia del magnetismo residual, sino también el orden de los polos.

134. El inducido

Consta de un conjunto de bobinas que se colocan en un armazón cilíndrico de hierro laminado. Tiene una

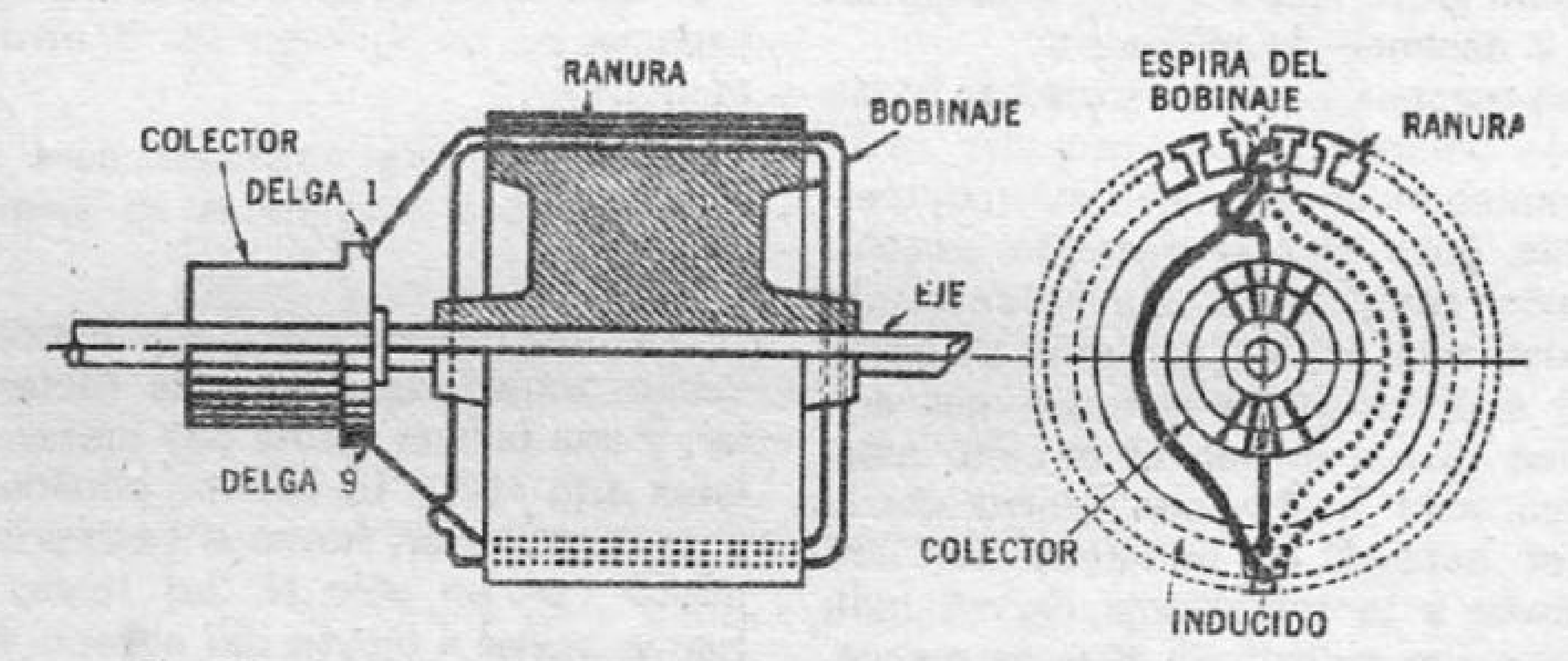


Fig. 160. Aspecto semiesquemático del inducido de una máquina eléctrica.

al empezar a girar el inducido, se inicia la generación de energía eléctrica muy débil, pero al pasar por las bobinas de campo se va reforzando; así aumenta la corriente inducida hasta alcanzar su valor normal. La existencia de este magnetismo remanente se pone en evidencia mediante una pequeña brújula de bolsillo: al acercarla a una de las masas polares, uno de sus po-

serie de ranuras en su periferia, destinadas a alojar los lados de las bobinas, cuyos extremos se conectan a dos delgas. El inducido con el colector se montan sobre un eje concéntrico a las masas polares del inductor.

La figura 160 presenta, en forma muy esquemática, el inducido de una dínamo, en corte y en elevación; en la vista frontal vemos la disposición de

las ranuras o canales donde se colocan las espiras. Para no complicar el dibujo, solamente indicamos una bobina con dos espiras: su extremo 1 va unido a la delga correspondiente, pasa por la ranura superior, luego por la diametralmente opuesta, da otra vuelta más por las mismas ranuras, para ir, finalmente, a conectarse a la delga 9. (Para aclarar las explicaciones seguimos el mismo orden de numeración que el indicado en la figura 153).

Todo lo concerniente a los bobinajes de las dínamos lo tratamos en un capítulo especial; la figura 160 sólo tiene por objeto dar una idea de como está formado el inducido, la disposición de los devanados en las ranuras y la conexión de sus entradas y salidas (extremos o cabos de cada bobina) con las correspondientes delgas del colector.

135. Excitación de las dínamos

Los campos magnéticos de las dínamos y de los motores eléctricos son producidos por la corriente que pasa por los devanados de las llamadas bobinas de campo. Según el fin a que se destinan estas máquinas, la excitación de estas bobinas puede hacerse de tres formas distintas: a) haciendo pasar por los devanados la totalidad de la corriente: es la excitación en serie; b) derivando de la corriente principal una parte de ella: es la excitación en derivación, conocida vulgarmente con la denominación inglesa de shunt; c) combinando los dos sistemas anteriores, formamos la excitación compuesta, serie-paralelo o compound, que en inglés significa compuesta.

La excitación en serie está representada en la figura 161 en forma gráfica y esquemática; por las bobinas de campo pasa toda la corriente; en consecuencia, los campos magnéticos son muy fuertes. Como motor, una máquina excitada en serie tiene un fuertísimo par inicial, y por esto se utiliza para los motores de arranque de los autos, tranvías eléctricos, grúas, etcétera, es decir, en todos los casos en que el esfuerzo inicial tiene que ser máximo. En cambio, como dínamo tiene el inconveniente de variar mucho la tensión eléctrica que produce si la velocidad no es constante; por esto, se utiliza poco en las generatrices de corriente eléctrica.

La excitación en paralelo o derivación (shunt) se emplea en las dínamos de los automóviles porque se requiere que la tensión producida sea

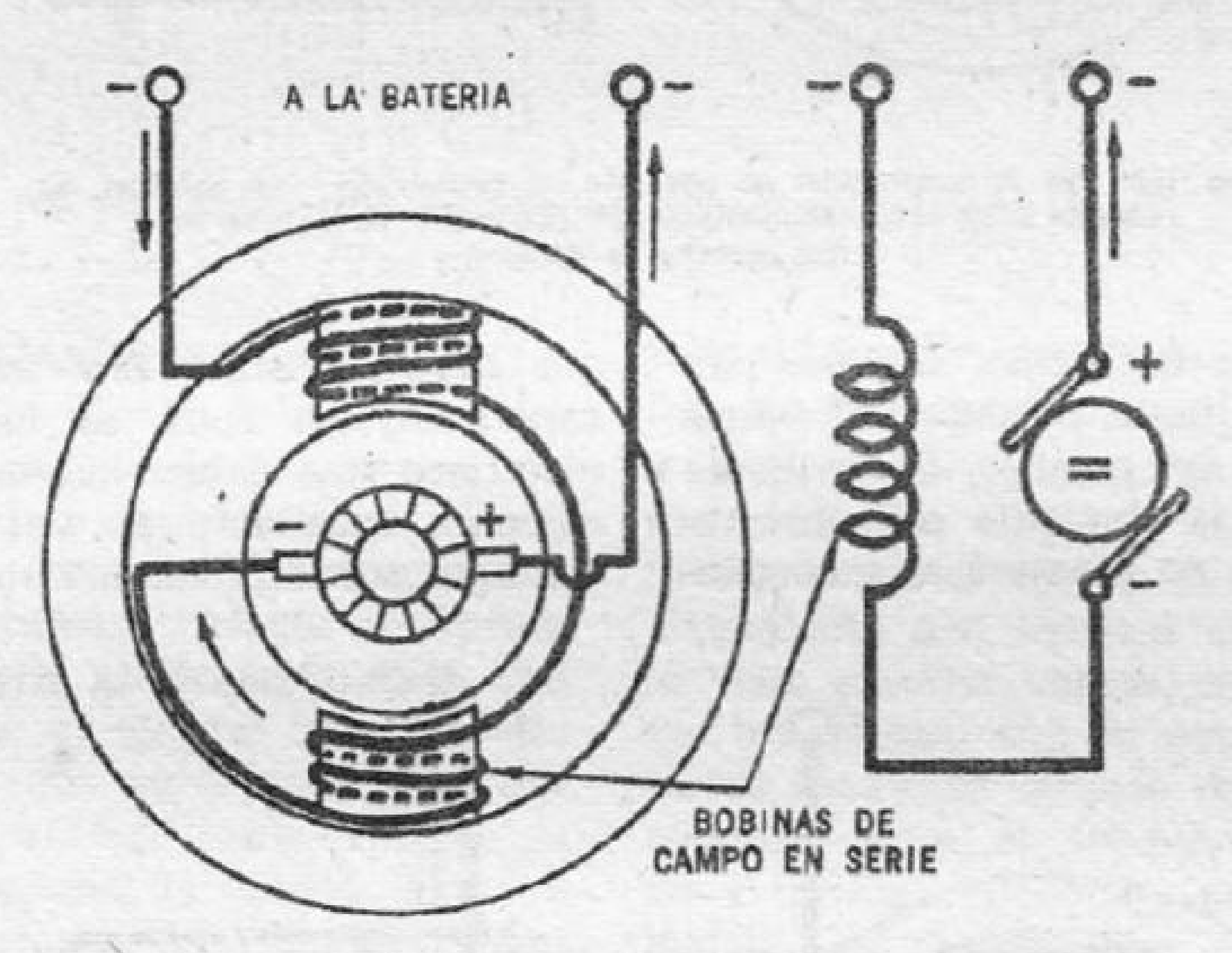


Fig. 161. Excitación en serie. Los motores de arranque utilizan este sistema.

lo más uniforme posible, así no fluctúa la luz de los faros y demás lámparas del automóvil. La figura 162 representa una máquina eléctrica (generatriz o motor) con las bobinas de campo

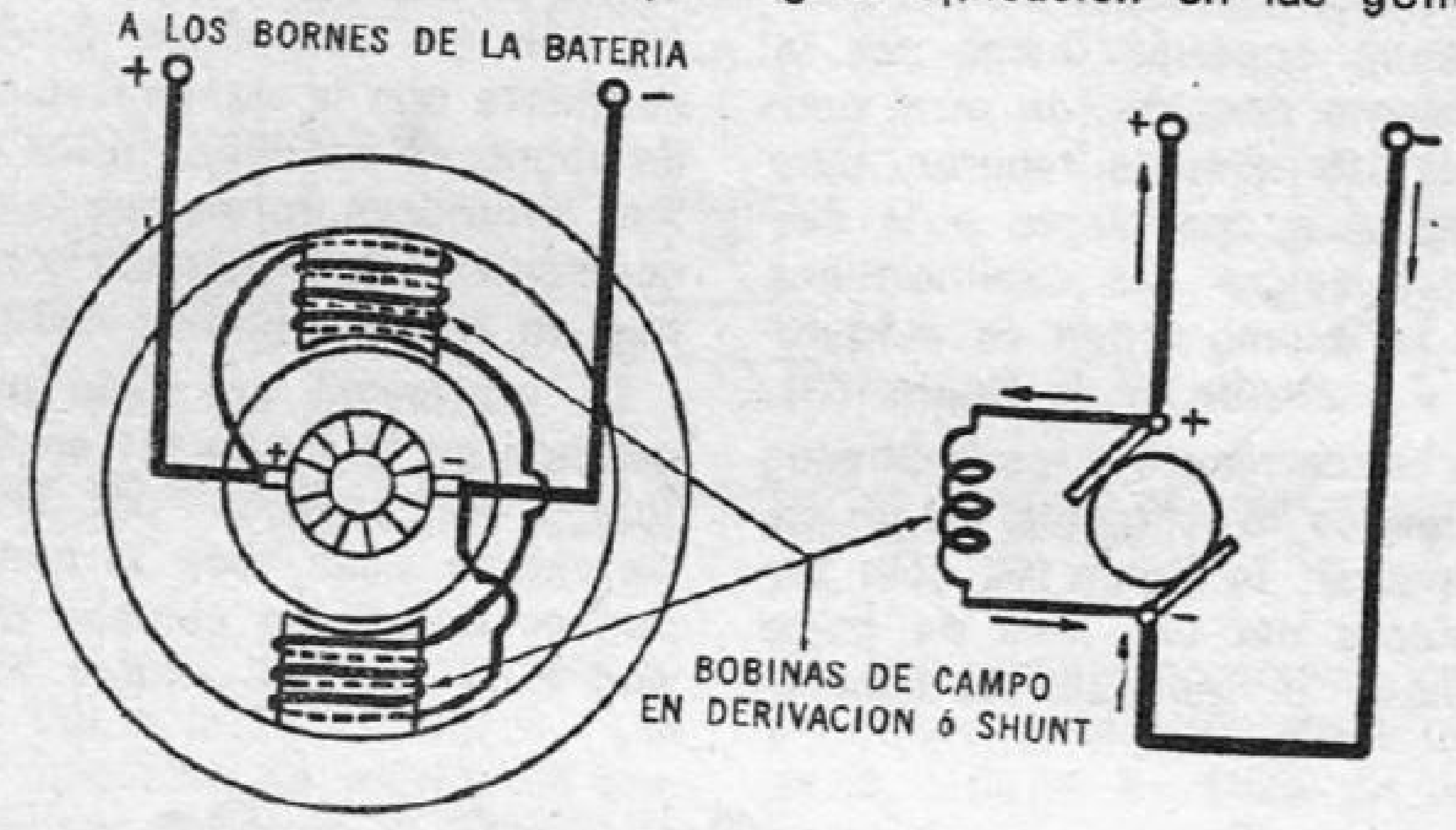


Fig. 162. En la excitación en paralelo, o derivación, las bobinas de campo sólo están recorridas por una parte de la corriente que genera la dínamo.

conectadas en derivación; sólo una parte de la corriente principal atraviesa las bobinas de campo; es evidente que, aunque la corriente principal varíe algo, casi no afectará a la corriente derivada, por ser una fracción de aquélla.

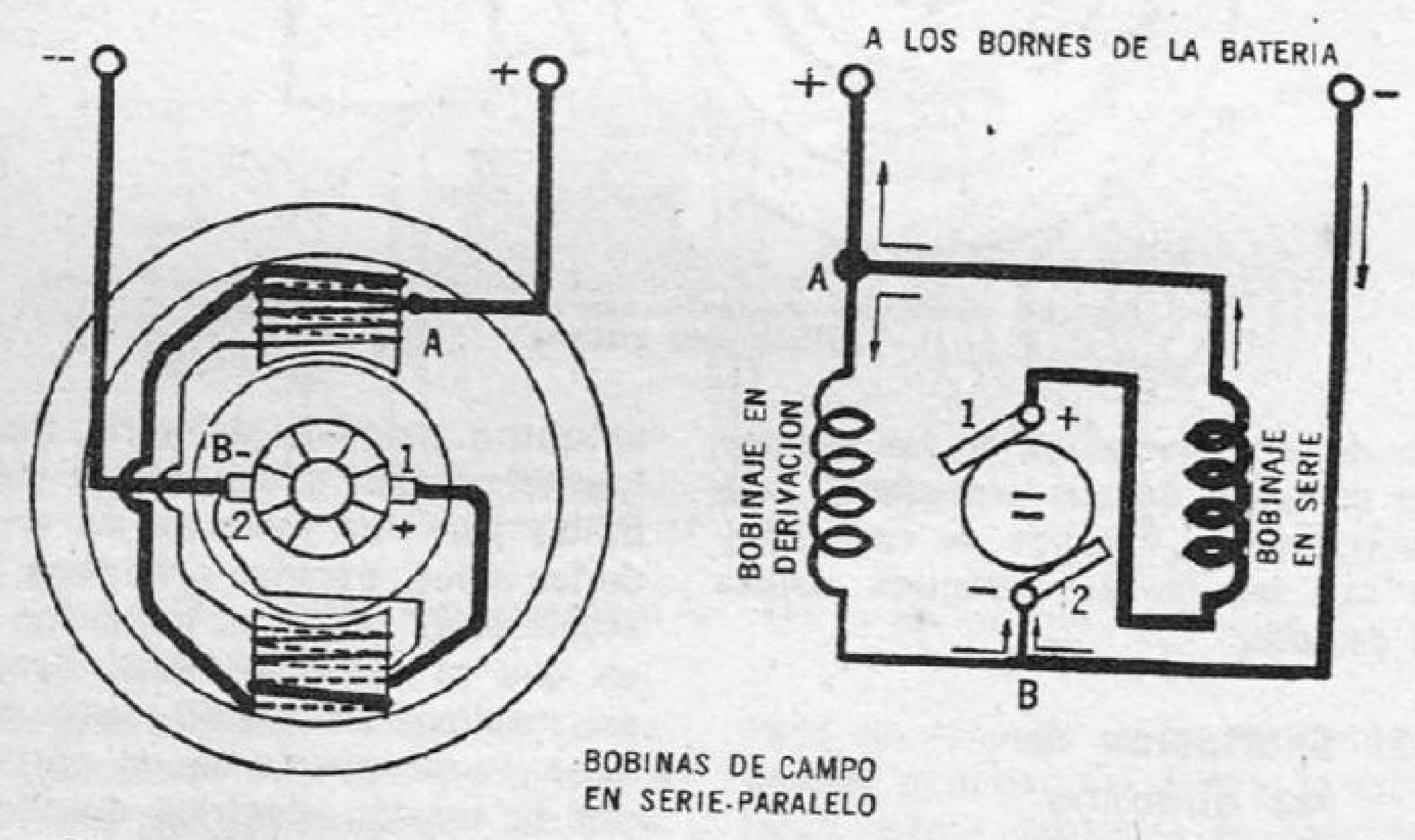


Fig. 163. Excitación compuesta. Las bobinas de campo están recorridas por corriente principal y, además, por la derivada.

La excitación serie-paralelo o compuesta (fig. 163) sólo se emplea cuando la tensión de una dínamo debe mantenerse muy uniforme a pesar de que fluctúe la velocidad del inducido.

La excitación compuesta tiene su gran aplicación en las generatrices que deben producir una tensión muy constante, así como en los motores eléctricos que deben mantener prácticamente invariable su velocidad no obstante sufrir grandes variaciones de carga, hasta pasar de su funcionamiento en vacío a plena carga. En fin, cabe señalar que la excitación compuesta puede realizarse de dos mane-

ras distintas: aditiva y sustractiva, de suerte que se obtiene un efecto de aumento o disminución de la energía, o de la fuerza motriz, al producirse una variación en la carga.

sionadas, formando un pequeño cilindro, no obstante estar formadas por piezas sueltas. Su superficie exterior es muy lisa y por ella resbalan las escobillas; así se ponen en contacto con el circuito exterior las diversas bobinas que constituyen el inducido.

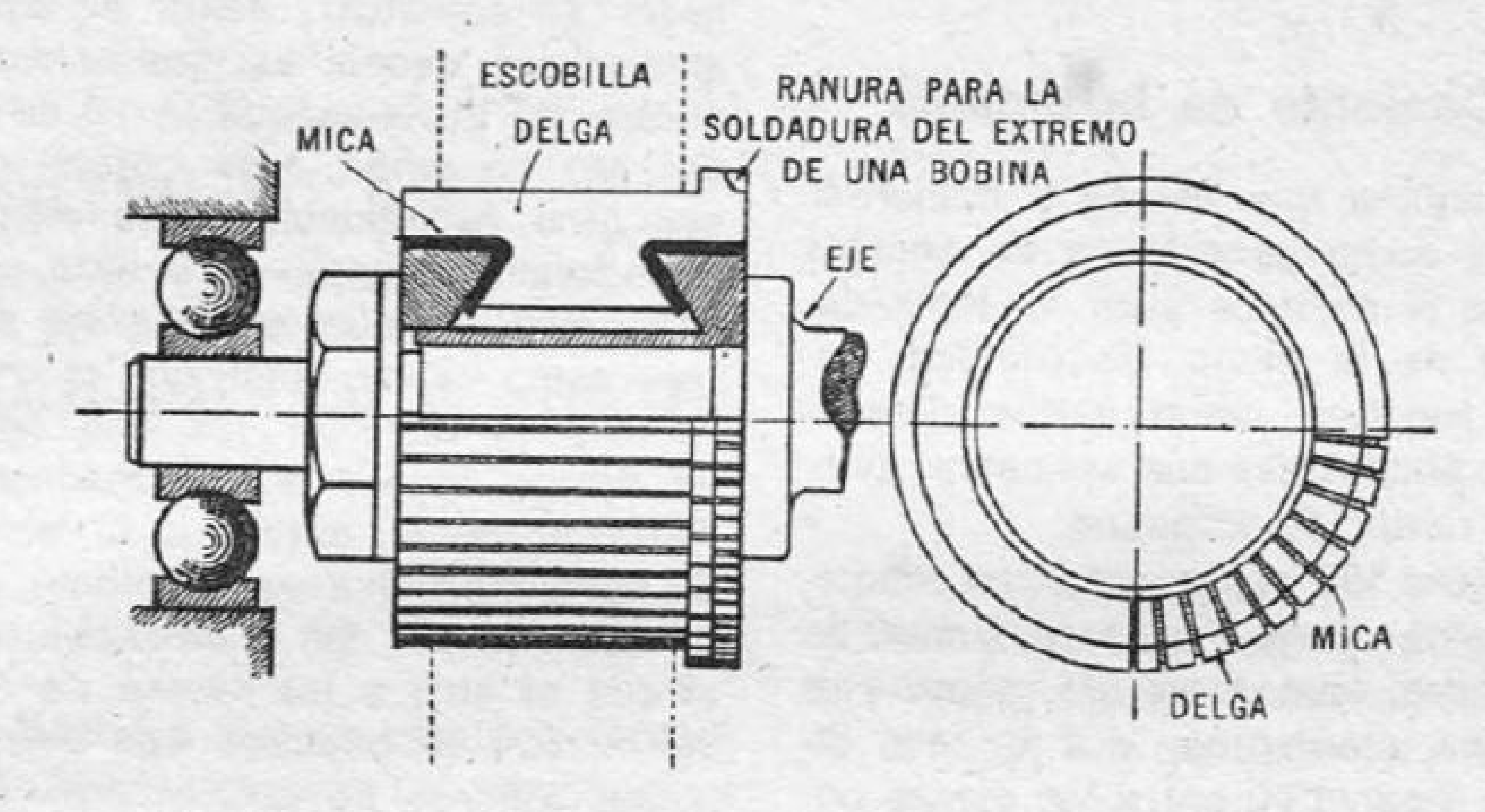


Fig. 164. Colector de una máquina eléctrica de corriente continua.

136. El colector

Tiene por objeto establecer los circuitos inferior y exterior de la máquina eléctrica (motor o generatriz) de corriente continua. Afecta la forma de un pequeño tambor (fig. 164) que se coloca en el eje del inducido. Se compone de una serie de delgas aisladas entre sí, las cuales tienen la forma de una cola de milano. Gracias a esta disposición, se encuentran apri-

En la vista en corte apreciamos la forma de las delgas y cómo quedan fijadas sobre el eje, lo mismo que su aislamiento con láminas de mica. En la vista exterior vemos, en perspectiva, las delgas, con su separación obtenida mediante láminas de mica, para aislarlas entre sí (observe ahora la vista frontal); podemos apreciar, asimismo, las ranuras, una en cada del-

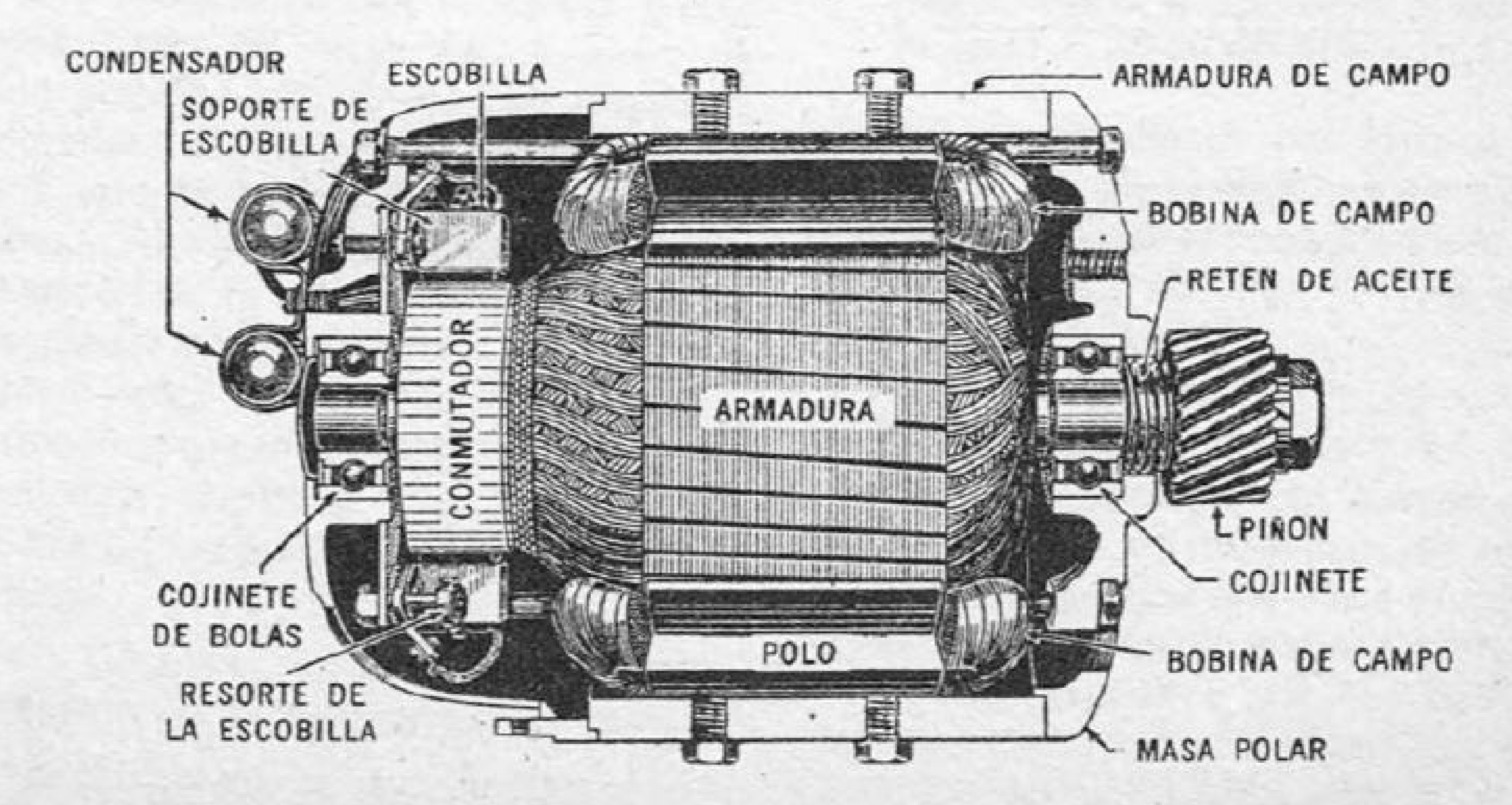


Fig. 165. Conjunto de una máquina de corriente continua, dínamo o motor eléctrico.

ga, para soldar los cabos o extremos de la correspondiente bobina del inducido: vea las figuras 152 y 160 para la perfecta comprensión de lo que estamos explicando.

137. Conjunto de la dínamo

La máquina que vamos a comentar funciona como generadora de energía eléctrica si se hace girar su inducido, pero si se le envía electricidad, entonces funciona como motor. Luego, estas explicaciones son aplicables también al motor de arranque.

La figura 165 representa una máquina de esta clase. Tiene la forma de un cilindro, que sirve de soporte a todos los elementos, y a la vez, de circuito magnético entre las masas polares. El inducido, colocado en el centro, está montado sobre un eje, que descansa por sus extremos en dos cojinetes a bolas (roulements) para obtener una rotación suave y silenciosa. A la izquierda vemos el conmutador (o colector), sobre el cual se apoyan las escobillas, sostenidas por medio del porta-escobillas. A la derecha hay un piñón, cuyo objeto es hacer girar el inducido, si la máquina debe funcionar como generatriz, o bien comunicar la energía mecánica si trabaja como motor eléctrico.

Podemos apreciar las dos bobinas de campo fijadas a la armadura mediante tornillos, para que el contacto de las superficies sea perfecto y evitar los efectos de la reluctancia que ofrece el aire a las líneas de fuerza del campo magnético. Los pequeños condensadores se utilizan para absorber las chispas de conmutación.

Capítulo XVI

REGULADORES A VIBRADOR

138. Métodos de regulación

La finalidad que se persigue con los dispositivos reguladores adaptados a las dínamos de los automóviles es tratar que se cumplan las tres condiciones siguientes: 1) evitar que la dínamo produzca tensiones e intensidades excesivas; 2) que la batería no se sobrecargue, de forma que sólo reciba la tensión necesaria y sea recorrida por una intensidad que sea la más apropiada al estado de densidad del electrolito; 3) que los circuitos no soporten presiones eléctricas excesivas, pues, si tal sucediese, los diversos equipos pueden sufrir desperfectos, especialmente los faros, lámparas, instrumentos, etcétera.

Los procedimientos utilizados desde 1916 hasta la fecha se resumen en dos grandes grupos: 1) reguladores a vibrador; 2) regulación por medio de una tercera escobilla calada en la dínamo. Se ha empleado mucho la combinación de la tercera escobilla con un regulador suplementario a vibrador, así como otros dispositivos que estudiaremos oportunamente; en conjunto podemos clasificar los diversos métodos de regulación en la siguiente forma:

1) Dínamos con dos escobillas y regulación de la corriente con vibrador;

2) Dínamos con dos escobillas y regulación de la tensión y la corriente con reguladores a vibrador.

Consideraremos estos procedimientos de regulación, describiendo, en este capítulo los reguladores a vibrador, o sea, 1) y 2).

139. Fundamento de la regulación

El principio de todos los sistemas de regulación empleados actualmente se basa en hacer variar la intensidad de. excitación de la dínamo, o sea, la corriente que pasa por las bobinas de campo. Puesto que la tensión que producen las máquinas de corriente se determina por la fórmula:

$$\text{voltaje} = \frac{\text{revoluciones} \times \text{N conductores} \times \text{flujo}}{60\ (\text{seg.}) \times 100\,000\,000\ (\text{líneas de fuerza})}$$

podemos, estudiando los efectos que producen los elementos que en ella intervienen, aplicar el procedimiento más adecuado para obtener la regulación del voltaje.

Pues bien, por de pronto vemos que el denominador es una cantidad constante y, por consiguiente escapa a toda posibilidad de variación: 60 representa los segundos que tiene el minuto y 100 millones es el número de líneas de fuerza magnética que hay que cortar para que se genere el impulso eléctrico de un voltio. En cuanto al numerador tenemos el número de revoluciones que da el inducido, accionado

por el eje motriz del motor de explosión (fig. 166), cantidad variable, porque depende de lo que se presiona con el pie el pedal del acelerador; en cuanto al número N de conductores que tiene el bobinaje del inducido, es una cantidad constante: nos queda pues, como única cantidad posible de variación, el flujo, que es el número de líneas de fuerza que emana de los polos de la dínamo; si ahora añadimos que este flujo depende de la intensidad de la corriente que pasa por las bobinas de campo ya vemos como, haciendo variar esta intensidad, podemos regular el voltaje que genera la dínamo. Si recordamos que la intensidad de un circuito depende (para una determinada tensión) de su resistencia, intercalando y sacando un resistor en el circuito de excitación podremos obtener un valor de voltaje prácticamente constante, encuadrado dentro de los límites que requieren los diversos aparatos utilizados en las instalaciones de los automóviles.

Hay que tener muy en cuenta que las dínamos empleadas en los coches tienen la excitación en derivación. Ahora bien, siendo la corriente derivada una pequeña fracción de la corriente principal, resulta que aunque aquélla varíe en amplios límites, la de excitación sufre alteraciones mucho más pequeñas, lo cual favorece la obtención del resultado propuesto; que aunque el inducido gire a muy diversos regímenes de velocidad, ha hecho posible, mediante una resistencia intercalada a intervalos más o menos largos en el circuito de excitación, que se pueda obtener una regulación excelente del voltaje en el circuito de salida del generador.

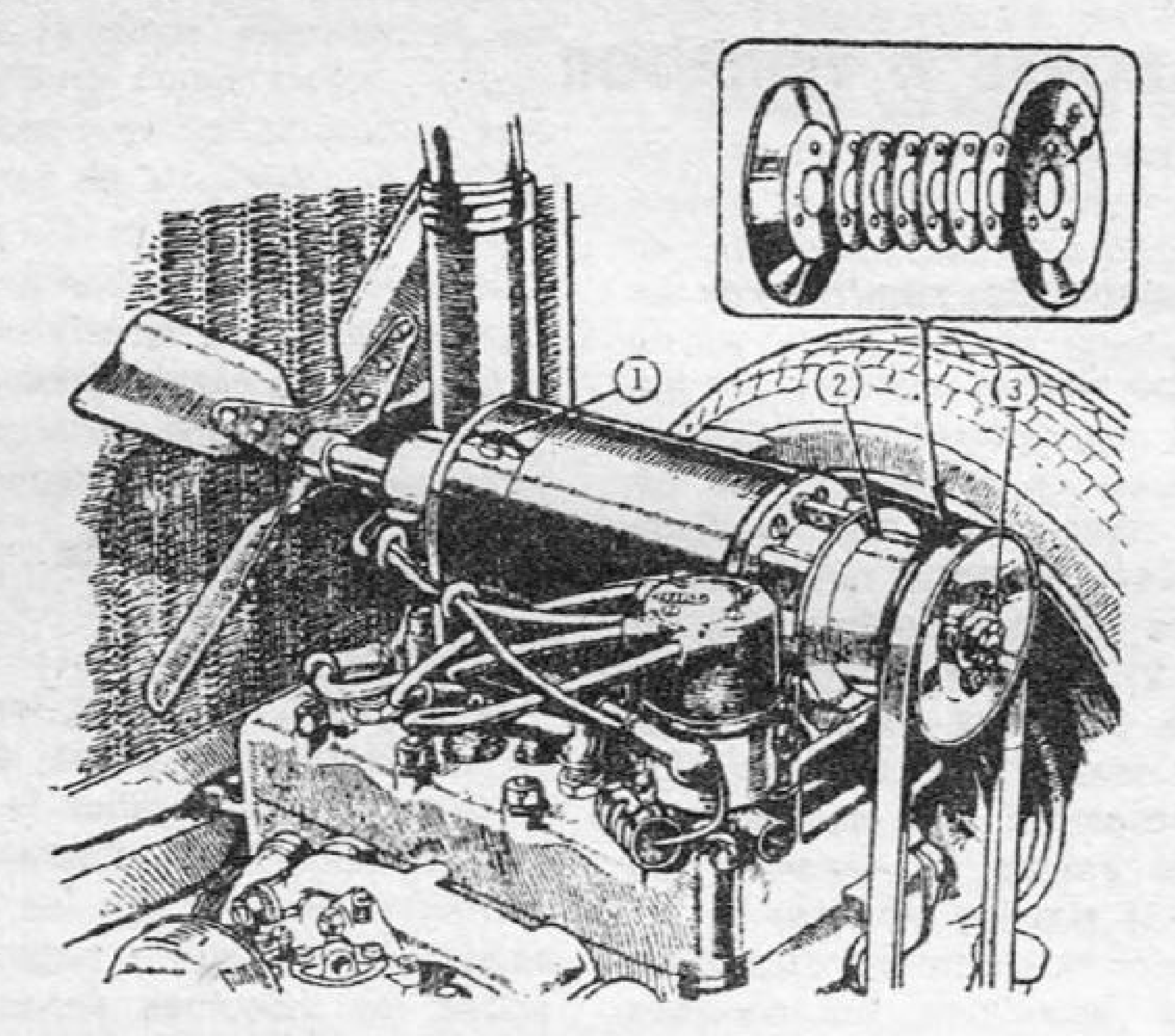


Fig. 166. Dínamo de automóvil fijada sobre el bloque de cilindros. Los números indican: 1, tapa del colector; 2, rueda de ventilación de la dínamo; 3, tuercas para desarmar la polea. En el recuadro, los dos discos de la polea y el resorte que los tensan (cortesía de FIAT ARGENTINA, S. A.).

140. Dificultades de la regulación

Las variaciones de velocidad del inducido se traducen en variaciones proporcionales, de la intensidad que entrega la dínamo para una carga dada: $I = V/R$. En efecto, la resistencia R (carga) no varía, ya que la forma el bobinaje del inducido, los alambres del circuito y la resistencia interna de la

batería; por consiguiente, la intensidad, I, es proporcional al voltaje, V, cuyo valor se determina mediante la fórmula dada anteriormente, una vez conocidas las características de la dínamo, número de espiras, etcétera. Veamos ahora como se traducen estas variaciones del número de giros del inducido en variaciones de la intensidad del circuito de carga de la batería. La figura 167 ilustra claramente lo que ocurre: a 500 rpm del inducido, la dínamo entrega a la batería para su carga una intensidad de 12 A; a 1 000 rpm la generatriz hace pasar por la batería 18 A; a 1 500 rpm ya la intensidad es de 24 A, observando que a una velocidad de 2 000 rpm la dínamo fuerza la carga del acumulador a unos 28 A; a 2 500 rpm, a 31 A, y a 3 000 rpm la carga se produce a unos 33 A. Estos valores son el promedio de los que se obtienen con los tipos de dínamos generalmente empleados en los automóviles, pero, pueden variar algo.

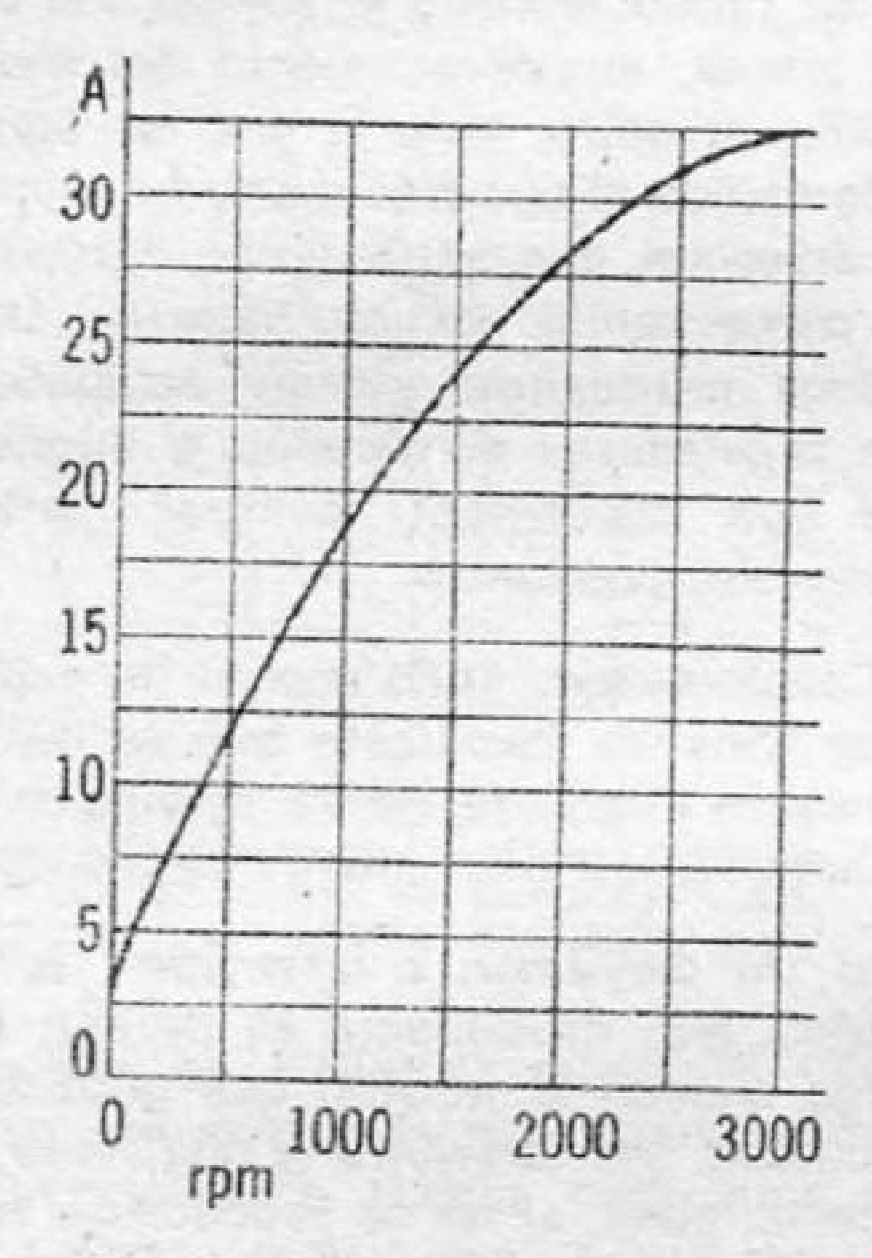


Fig. 167. Corriente producida por una dínamo en derivación, según el número de revoluciones de su inducido.

Por consiguiente, vemos la necesidad de que haya un método de regulación tal que nivele, a cada instante, las fluctuaciones de la cantidad de energía que produce la dínamo funcionando a distintas velocidades. Esto se consigue mediante diferentes sistemas de regulación, como veremos más adelante.

141. Influencia de la batería

Otro punto muy delicado que hay que tener en cuenta para que todo el conjunto de equipos eléctricos de un automóvil funcione perfectamente es el estado de la batería y el régimen de carga que necesita. En efecto, basta observar la figura 168 para ver que es nécesario relacionar la intensidad de carga del acumulador según sea su estado, o sea, el valor de la densidad del electrolito; cuanto mayor sea ésta, más elevada debe ser la intensidad de carga para forzar la corriente a través de ella, venciendo la contratensión que opone la batería. Esto es debido a las reacciones electroquímicas, que producen una contratensión, la cual debe vencerla la dínamo, enviando a la batería valores adecuados de intensidad según sea el estado de su carga.

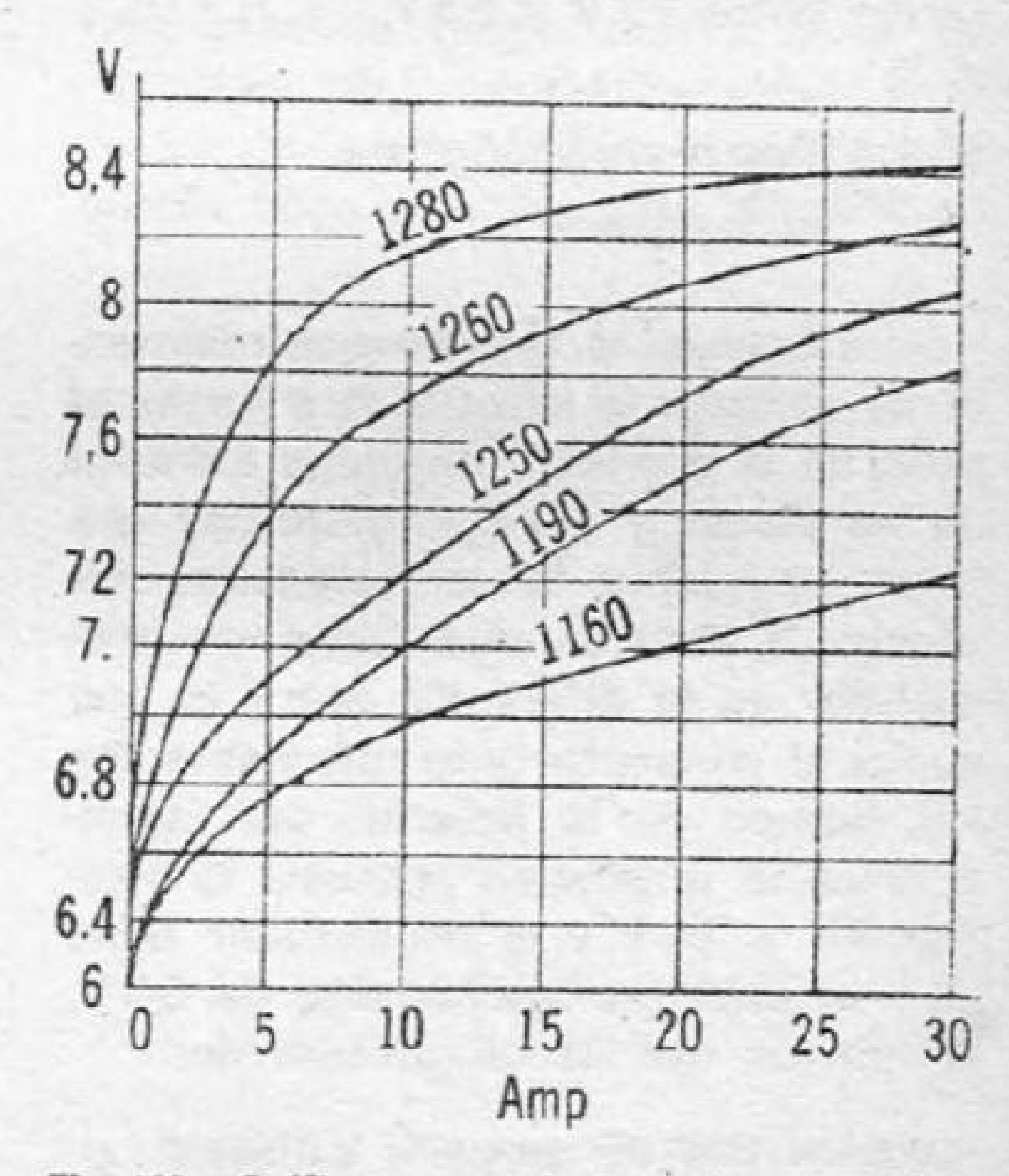


Fig. 168. Gráfico que relaciona la intensidad de carga de las baterías y la contratensión que producen según la densidad de su electrolito.

Estudiando las curvas de esta figura vemos que cuando el acumulador está muy descargado (densidad = 1 160) necesitamos aplicar a los bornes de

la batería una tensión de 6,8 V si queremos cargarla a un régimen de 5 A; si ya estuviese bien cargada (densidad del electrolito = 1 280) entonces para cargarla al mismo régimen de 5 A deberíamos aplicar a sus bornes 7,8 V. Vemos también que si queremos un régimen de 15 A, para una densidad de 1 160 hay que aplicarle una tensión de 6,95 V; para una densidad de 1 260, 7,9 V y si d = 1 280 hay que aplicar algo más de 8,2 V; en fin, para mantener un régimen de carga de 30 A hay que disponer de una tensión de 7,2 V si la densidad del electrolito es de 1.160 y hay que presionar con 8,5 V si d = 1 280.

Los valores señalados para un régimen de 30 A son los que han fijado los de tensión e intensidad de las dínamos de la mayoría de los automóviles, por consiguiente, las tensiones varían entre 7,2 V y 8,5 V.

142. Contratensión de la batería

Para evaluar la tensión que realmente se aplica a la batería para forzar el peso de la corriente de carga a través de las placas y del electrolito hay que tener en cuenta la contratensión. En efecto, la tensión que carga un acumulador es la diferencia entre la que aplica el generador y la que hay entre los bornes de la batería; por consiguiente, si la dínamo presiona la electricidad a 7,8 V y el acumulador tiene en ese instante una tensión de 5,8 V, la tensión útil de carga será de:

tensión útil de carga = V dínamo –
– V batería (contratensión)

tensión útil de carga = 7,8 – 5,8 = 2 V

En cambio, cuando la batería esté totalmente cargada, puede tener en sus bornes una tensión de 7,5 V, en cuyas circunstancias la tensión útil será de 0,30 V.

Estas consideraciones son sumamente interesantes porque demuestran claramente que las baterías, en realidad, se cargan a un régimen decreciente, puesto que la tensión útil va disminuyendo a medida que aumenta la contratensión, o sea, cuando va avanzando el estado de carga del acumulador. Esta es una de las causas porque las baterías de los coches que funcionan en la ciudad se estropean pronto; no alcanzándose velocidades de la dínamo que permitan obtener tensiones de más de 8 V la contratensión de la batería impide cargas a fondo, produciéndose la sulfatación de las placas, empobrecimiento del electrolito, etcétera, todo lo cual es agravado debido al uso frecuente del motor de arranque que actúa como verdadero cortocircuito de la batería. Los coches modernos vienen equipados con reguladores de tensión e intensidad que compensan, en gran parte, estos inconvenientes.

Conclusiones. Todo cuanto he explicado pone de manifiesto que es indispensable intercalar, entre la dínamo y la batería, los dispositivos siguientes:

a) Un **disyuntor**, o interruptor automático, que desconecte el circuito de carga cuando la tensión que produzca la dínamo sea inferior a la que tiene la batería, pues, si no se procediese así, se descargaría haciendo funcionar el generador como motor eléctrico.

b) Un **regulador de tensión**, destinado a graduar el voltaje que entrega la dínamo a la batería; esto es necesario para poder cargar adecuadamente el acumulador según sea el valor de la densidad del electrolito, o sea, el estado de su carga.

c) Un **regulador de intensidad**, que entra en funciones cuando el valor de la corriente sobrepasa el permitido.

En la mayoría de coches sólo se han empleado el disyuntor y el regulador de voltaje, pero, actualmente, casi todos están equipados también con el regulador de intensidad y, en los vehículos pesados, hasta se emplea un cuarto dispositivo regulador, como veremos oportunamente.

143. Disyuntor, o interruptor automático

Para comprender claramente la misión del disyuntor, consideremos (figura 169), una bomba centrífuga que succiona agua de un depósito inferior (3), para elevarla a otro superior (2), y tener así un potencial hidráulico disponible en cualquier momento. Pues bien, es evidente que mientras siga presionando la bomba centrífuga con una fuerza mayor que la que tiene el depósito superior, o sea, mientras P_1 sea mayor que P_2, el agua será introducida en (2), pero, en cuanto sea inferior, descenderá del depósito (2), hacia el (3), pasando a través de la bomba haciéndola funcionar como un motor hidráulico. Es tan semejante lo que ocurre con la dínamo y la batería de un automóvil que en la figura 170 ha representado estos elementos unidos por dos conductores: mientras V_1 (tensión producida por la dínamo) es mayor que la contratensión de la batería, V_2, la dínamo carga el acumulador, pero, en cuanto sea inferior, la batería se descargará a través del devanado del inducido de la dínamo haciéndola entonces funcionar como motor eléctrico.

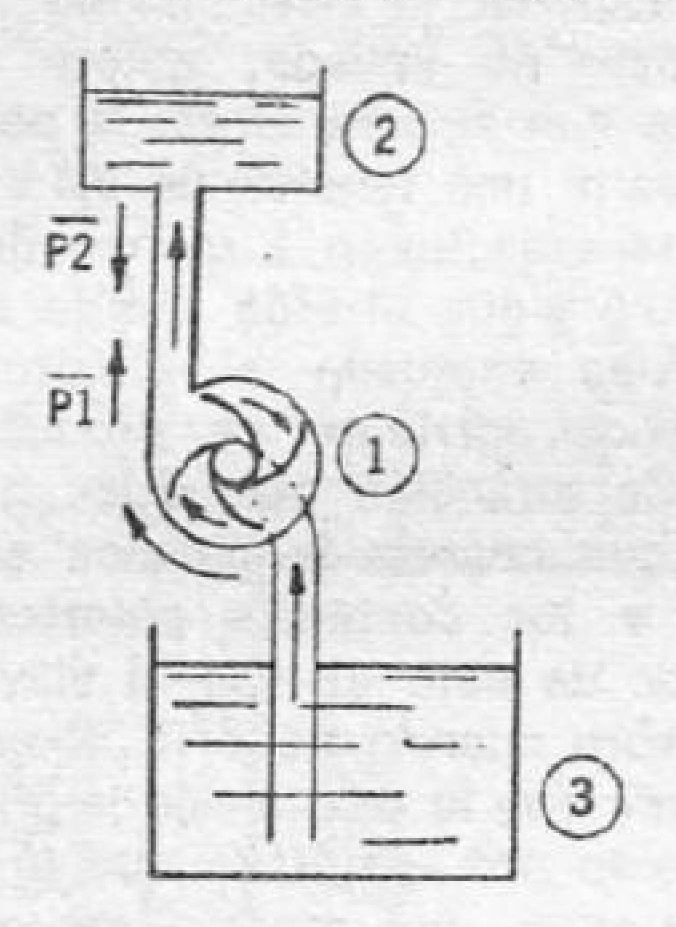


Fig. 169. Símil hidráulico de la acción directa de la dínamo cargando un acumulador sin interponer ninguna válvula intermedia.

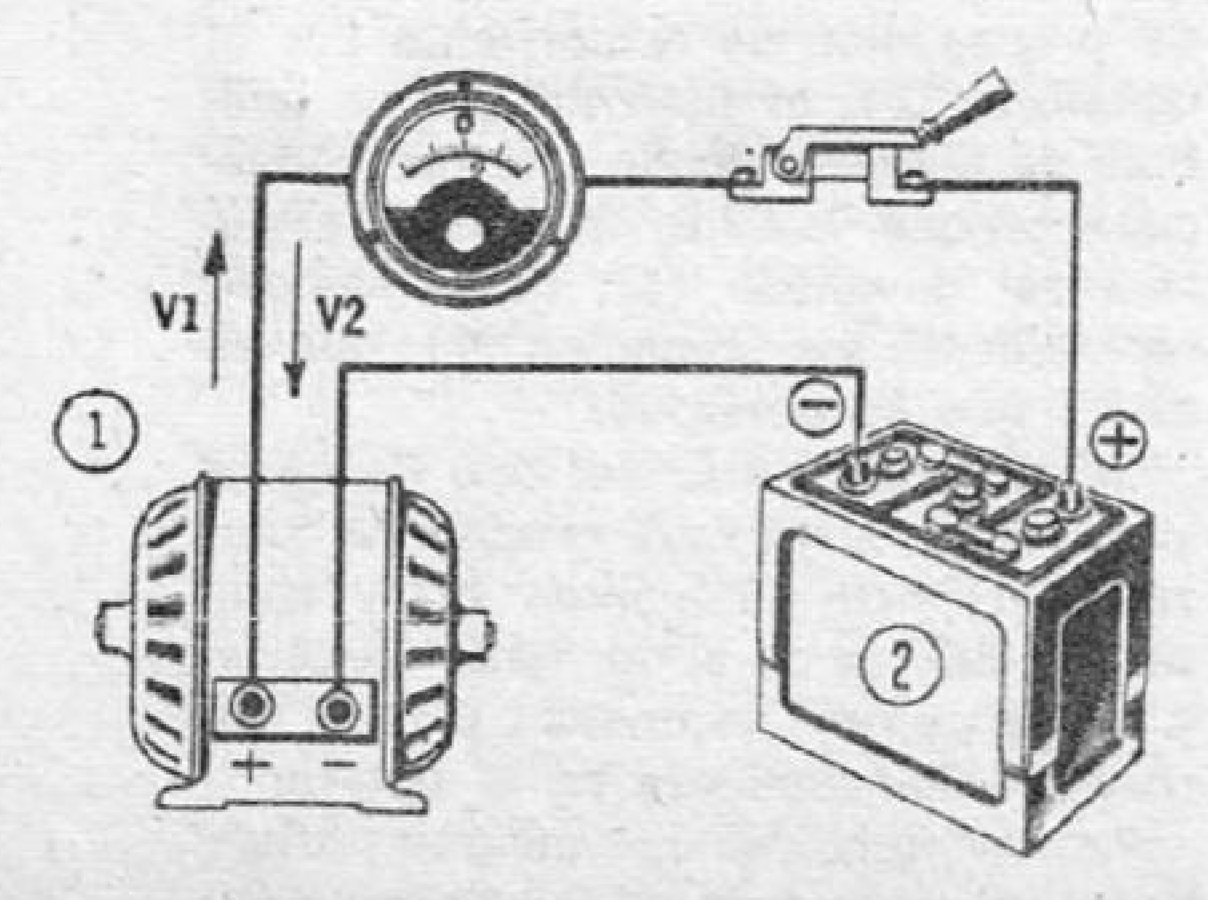


Fig. 170. Esquema eléctrico equivalente al símil hidráulico anterior.

Para evitar este inconveniente, supongamos (fig. 171), que disponemos una válvula en la tubería ascendente del agua, colocada entre la bomba centrífuga y el depósito superior; en tales condiciones es evidente que si por cualquier motivo no funcionase la bomba centrífuga, o que la presión que ésta produce fuese inferior a la del depósito (3), automáticamente entra en acción la válvula (4), la cual por su propio peso y la del agua situada sobre ella, hacen que descanse sobre su asiento y evite que el agua descienda del depósito (3). Por consiguiente, el objeto de esta válvula es dejar pasar el agua mientras es enviada hacia el depósito superior, evitando que éste se descargue cuando la presión hidráulica producida por la bomba sea inferior que la que tenga el agua acumulada en el depósito (3).

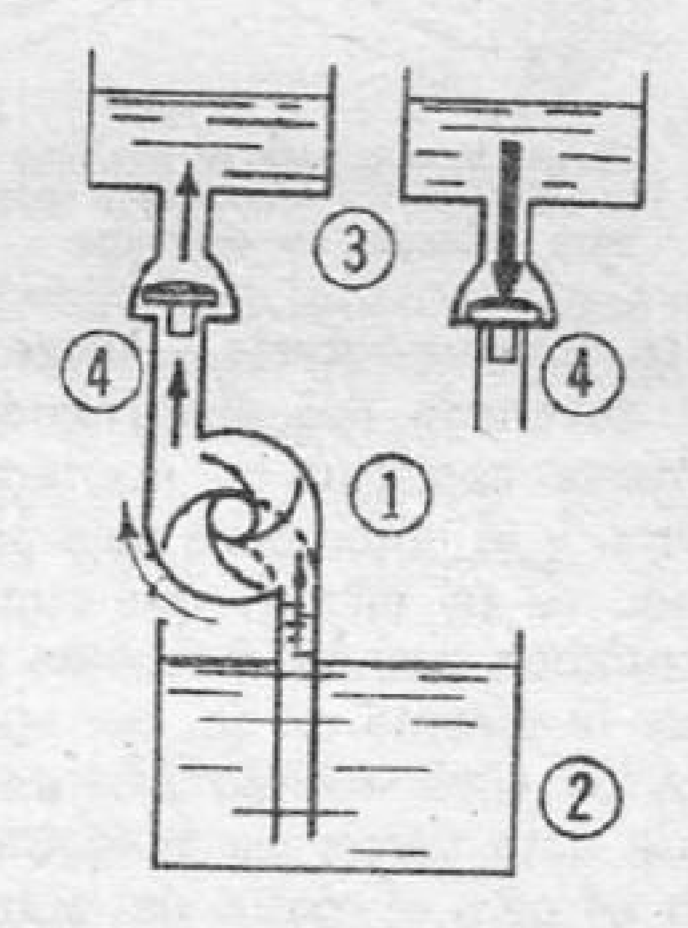


Fig. 171. Comparación hidráulica de la carga de un depósito con válvula.

Se consigue un efecto similar entre la dínamo y la batería por medio del disyuntor (fig. 172), que consiste en un interruptor formado por una palanca P que puede desplazarse angularmente por un extremo teniendo en el otro un tope que hace contacto con un borne 2, estableciendo entonces el circuito entre la dínamo y la batería, cargándola. Estos dos contactos se mantienen unidos gracias a la acción del electroimán (1), que contrarresta la del resorte antagónico (3), que tiende a separar los contactos, abriendo el

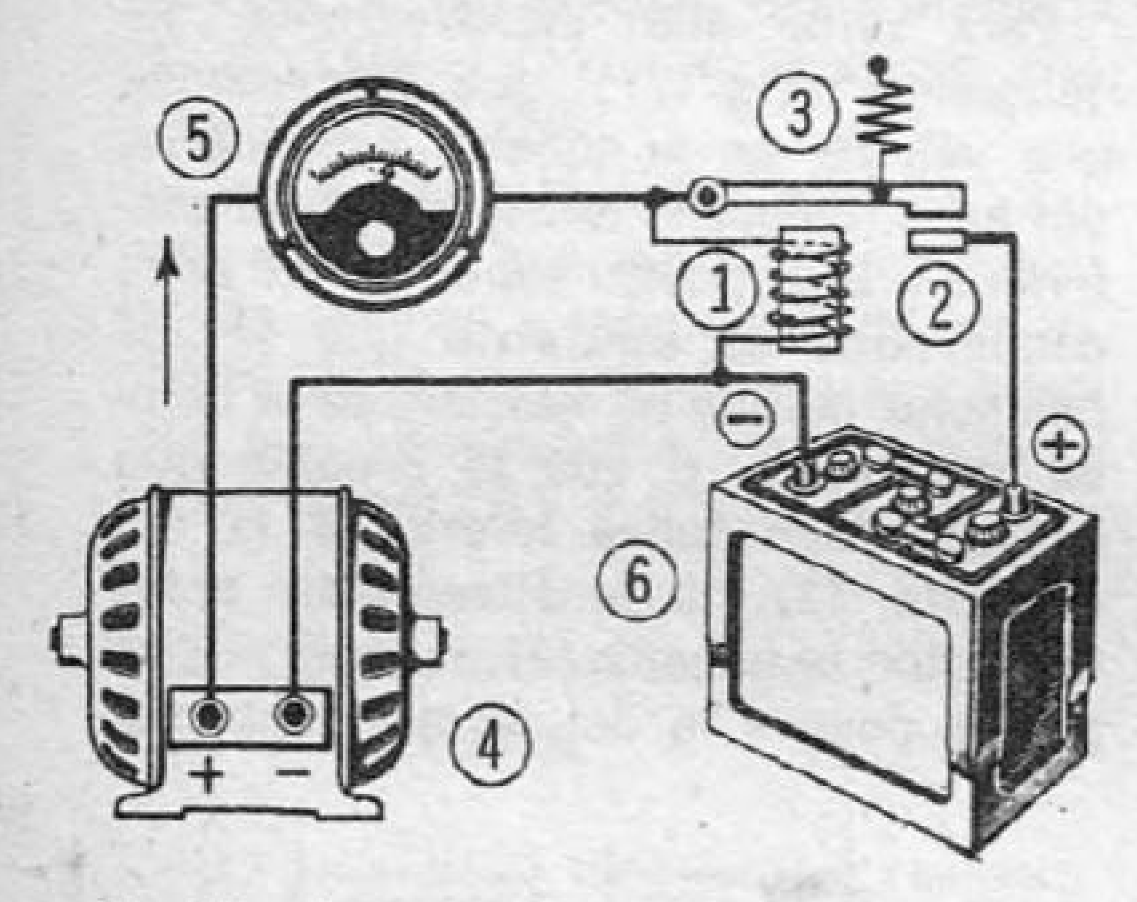


Fig. 172. Carga de una batería por una dínamo con una válvula eléctrica interpuesta (disyuntor) para proteger su descarga.

circuito dínamo-batería. Ahora bien, por el devanado del electroimán (1) pasa cierta cantidad de corriente de la dínamo y el número de espiras está calculado de tal manera que cierra los dos contactos cuando la tensión producida por la dínamo es de, por ejemplo, 7,2 V y los abre cuando alcanzan menos que este valor; es evidente que cuando se para el motor del automóvil y, por lo tanto, la dínamo deja de funcionar, también se abren los dos contactos debido a que por el electroimán (1) ya no pasa corriente. Por lo tanto, el disyuntor juega el mismo papel que la válvula V de la analogía hidráulica comentada en la figura anterior.

Devanado auxiliar. Puesto que la acción de un electroimán varía con el cuadrado de la distancia, es evidente que para atraer la palanca del disyuntor es necesario ejercer por el electroimán una fuerza relativamente grande, debido a la separación existente entre el núcleo y la palanca, pero, una vez establecido el contacto entre los dos bornes, como que la distancia entre el núcleo y la palanca es muy pequeña, resulta que aunque disminuya la tensión de la dínamo mucho más que lo correspondiente al punto de dejar de accionar la atracción de la palanca esto no sucede; quiero decir con esto que si para atraer la palanca se necesita una tensión de 6,4 V aunque descienda luego a menos de 6 V la palanca sigue atraída debido a que habiéndose acercado el electroimán, con menos corriente se produce un efecto de atracción magnética mucho mayor que cuando la palanca estaba alejada y los contactos abiertos. El resultado de esto es que el disyuntor no se abre cuando debería, o sea, al ser menor que la tensión de la dínamo, dando esto por resultado que la batería, teniendo una tensión mayor, se descarga con la dínamo, haciéndola funcionar como motor.

Este grave inconveniente se evita gracias a un segundo devanado, (5) (fig. 173), por el cual pasa toda la corriente de carga de la batería; por esto está hecho con pocas espiras de hilo grueso, y de tal sentido que, cuando se establece el contacto entre los dos bornes, la corriente de carga ayuda la acción magnética de atracción de la palanca, pero en cuanto disminuye el voltaje de la dínamo, al descargarse la batería, como se invierte el sentido de propagación de la corriente por el devanado (5), el flujo magnético también se invierte, dando ello por consecuencia que debilita la acción atractiva del devanado (4), despegándose rápidamente los contactos (7), que es el fin que se persigue.

El amperímetro A, del tipo de carga y descarga, sirve para graduar la fuerza del resorte antagónico (6) y ajustar los valores de la corriente de carga y descarga que se desean para el correcto funcionamiento de la batería.

Para los lectores que quieran profundizar un poco más el funcionamiento del disyuntor que acabamos de descri-

bir, damos las explicaciones siguientes: el devanado de la bobina (4), en derivación con el circuito principal de carga y descarga, está conectado permanentemente con la dínamo; por consiguiente, está hecho con muchas espiras, para limitar el valor de la intensidad y obtener un valor de amperios-espiras adecuado; en cambio, el devanado de la bobina (5) está conectado en serie y sólo pasa corriente por lo que el conjunto de los devanados (4) y (5) dará

$$300 - 60 = 240 \text{ Ae},$$

que es el resultado que deseábamos obtener. Obsérvese que la acción magnética de la bobina (4) no se invierte nunca, debido a que está en paralelo con la dínamo y ésta conserva siempre las mismas polaridades; en cambio, sí se invierte la acción magnetizante

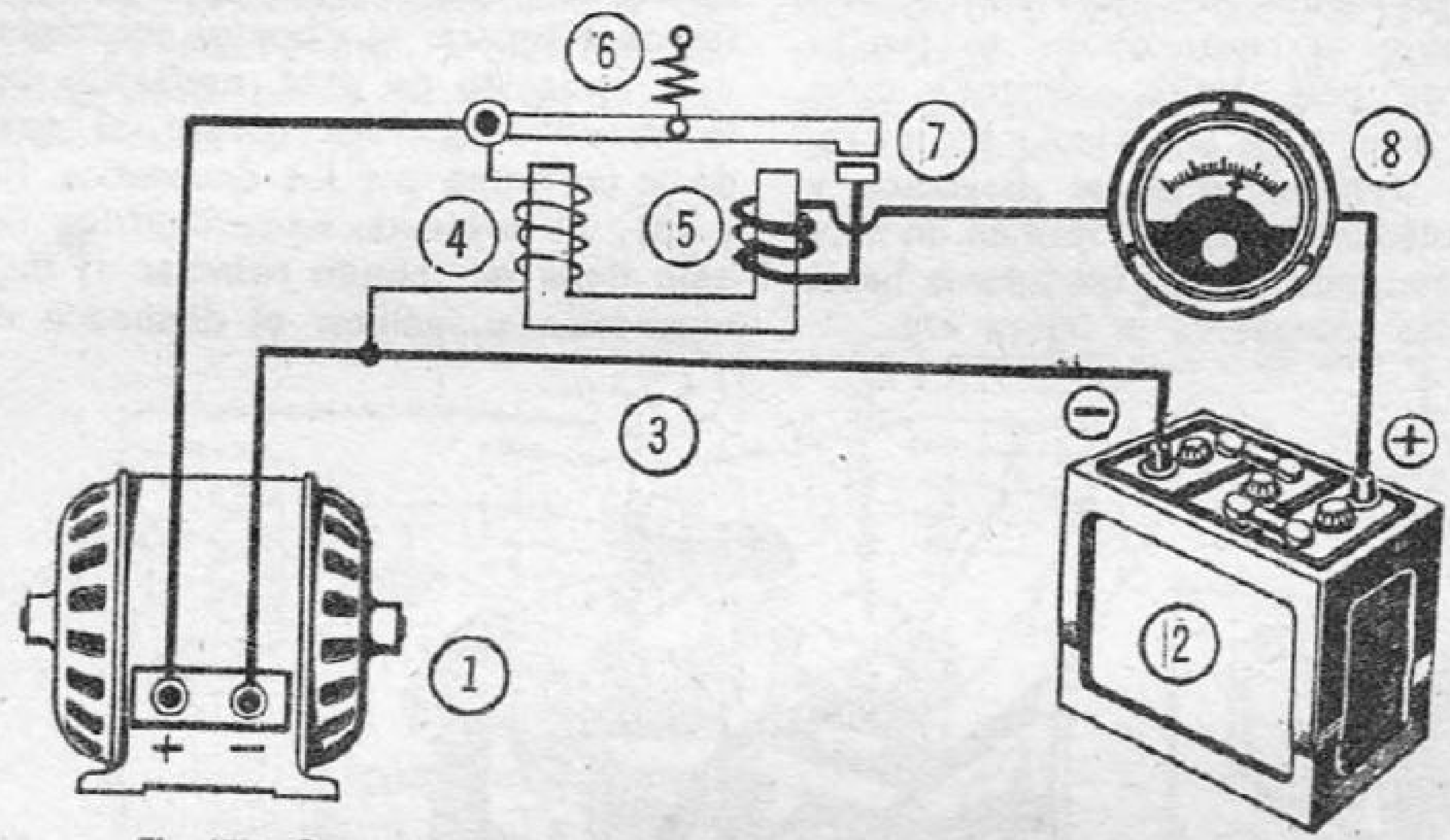


Fig. 173. Disyuntor con bobinaje auxiliar para facilitar su funcionamiento.

cuando se ha establecido el contacto entre los bornes (7); en consecuencia, es de gran sección y tiene pocas espiras porque por ellas pasa una intensidad de muchos amperios, y, por lo tanto, produce un fuerte efecto magnético, debido a que el producto de los amperios-espiras adquiere un valor importante. Fijemos estas ideas con números: supongamos que la bobina en derivación tiene 1 000 espiras y que por ellas pasa una intensidad de 0,3 A, produciendo, por lo tanto, un efecto de $0{,}3 \times 1\,000 = 300$ Ae. Para que se produzca el despegue de los contactos supongamos que es necesario reducir a 240 Ae la acción magnetizante del campo producido por los devanados (4) y (5); pues bien, si la bobina (5) tiene 15 espiras, al circular una corriente de descarga de 4 A, producirá un efecto desmagnetizante de

$$4 \times 15 = 60 \text{ Ae}.$$

de la bobina (5), debido a que la corriente de carga es de sentido contrario a la de descarga.

El disyuntor se emplea, sin excepción, en todos los sistemas de regulación.

144. El regulador de voltaje

Este mecanismo tiene por objeto mantener la tensión de salida de la dínamo prácticamente constante aunque varíe la velocidad del coche en amplios límites. En realidad, es a partir de unos 20 a 22 km por hora que el regulador entra en acción, desde cuyo momento la tensión se mantiene, generalmente, a unos 7,8 V.

El principio del funcionamiento del regulador de voltaje consiste en poner y sacar una resistencia, R, en el circuito de las bobinas de campo de la

dínamo; cuando se intercala la resistencia, la corriente de excitación disminuye y, por consiguiente, el flujo magnético, dando ello por consecuencia que la tensión disminuye también; por el contrario, cuando se saca la resistencia R, cortocircuitándola, la intensidad de excitación aumenta y, por ende, la tensión generada por la dínamo.

El mecanismo de intercalar y cortocircuitar la resistencia se realiza mediante una lámina vibratoria cuya fuerza se gradúa por medio de un resorte. Generalmente, el disyuntor y el regulador de voltaje forman un conjunto montado sobre una misma base, tal como representa la figura 174.

mientras que el otro devanado (2), está formado por gran número de espiras de poca sección y se lo llama bobinaje voltimétrico; está conectado en paralelo con el inducido de la dínamo (fig. 175).

La lámina vibratoria (6) puede oscilar en uno de sus extremos, teniendo en el otro dos contactos (5) que, en su movimiento de vaivén, tocan los bornes (5) y (4), debido a la doble acción del resorte antagónico (6), que tiende a separar el vibrador del núcleo y la atracción de éste, producida por la acción magnética debida al paso de la corriente por los devanados (2) y (3). El devanado amperimétrico (3) sólo tiene por objeto reforzar el flujo magnético y facilitar el despegue de

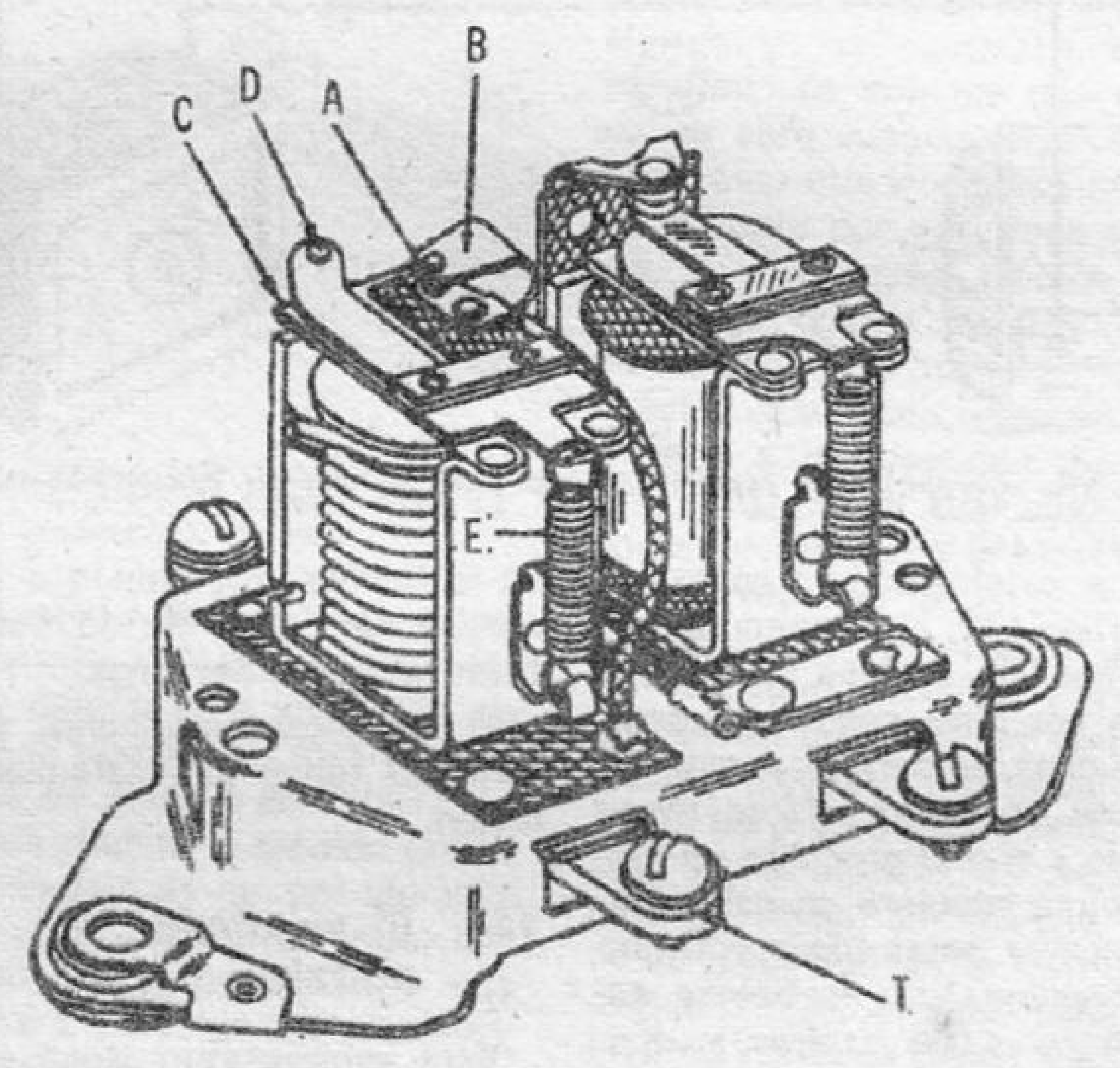


Fig. 174. Disyuntor y regulador de tensión: A, contactos; B, lámina tensora; C, vibrador; D, regulador; E, resorte tensor; T, terminal.

Detalles constructivos. El regulador de tensión se compone, esencialmente, de un núcleo de hierro forjado sobre el cual se colocan dos devanados; uno de ellos, de hilo grueso y pocas espiras (3), llamado bobinaje amperímetro, está conectado en serie con la línea de carga de la batería,

los contactos cuando se invierte el sentido de la corriente.

Funcionamiento. Cuando el coche marcha a poca velocidad y, por lo tanto, la dínamo produce una tensión muy reducida, la corriente que pasa por el devanado (2) es muy pequeña, inca-

paz de atraer la lámina vibratoria; por consiguiente, circula por la bobinas de campo (1), entra por el extremo del vibrador, pasa por los contactos (5) y de éstos al contacto de masa, cerrándose así el circuito de excitación de la dínamo. Obsérvese, pues, que la resistencia (12) no entra en acción desde el momento en que la corriente pasa fácilmente a través del vibrador (5), cuya resistencia eléctrica es prácticamente nula comparada con la de R; en consecuencia, la electricidad prefiere pasar por la lámina en vez de la resistencia R (fig. 175).

magnético que emana de los polos; b) la bobina (2) del regulador de tensión queda conectada en paralelo con la resistencia (12).

Al disminuir la cantidad de magnetismo creado por las bobinas de campo de la dínamo, la tensión generada va disminuyendo y, desde luego, también la intensidad que es capaz de producir dicha tensión a través de una determinada resistencia; por consiguiente, llega un momento en que la acción antagónica del resorte (6) vuelve a ser preponderante, y entonces la lámina del vibrador se flexa y los contac-

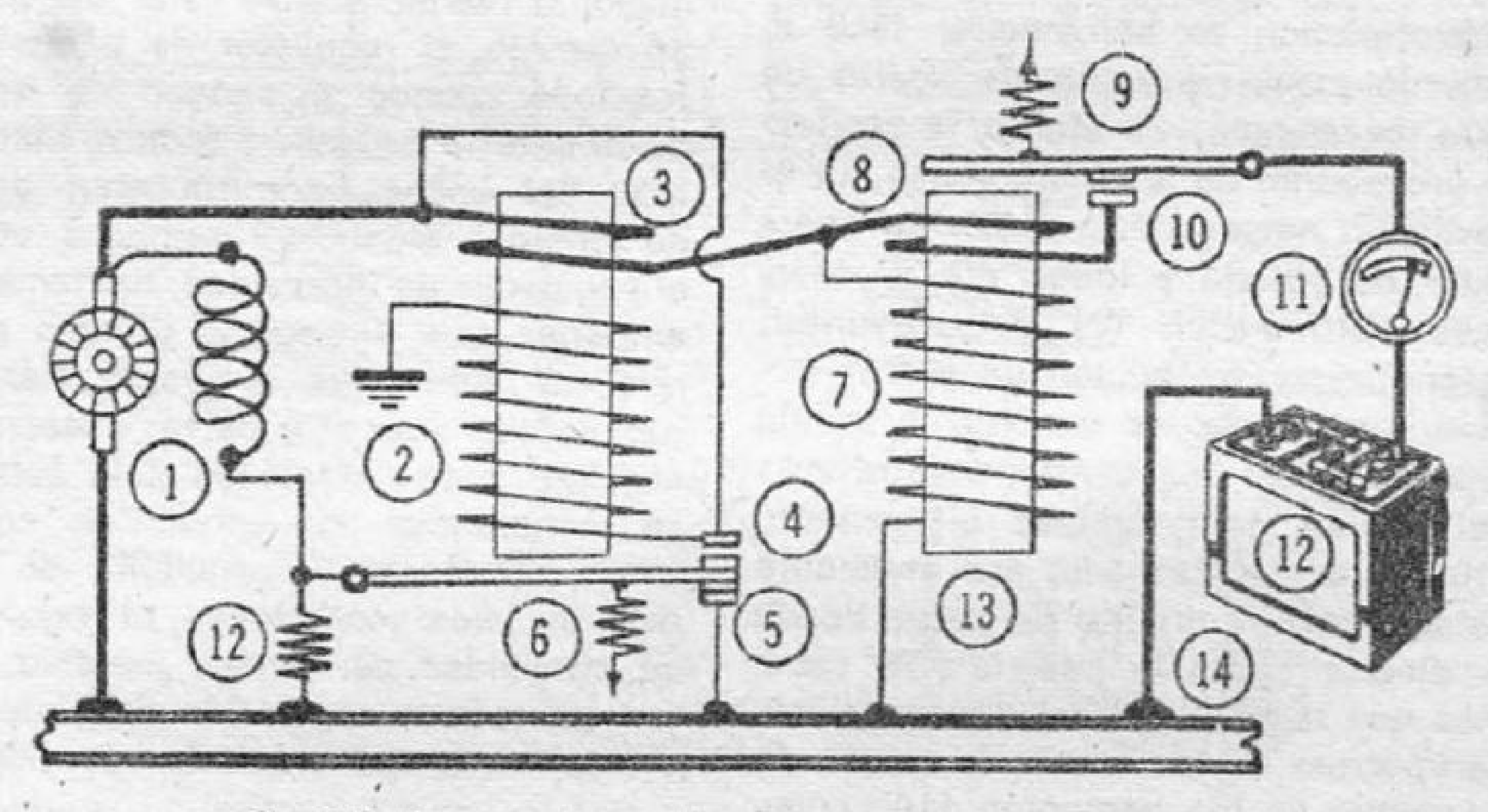


Fig. 175. Esquema de un disyuntor y regulador de voltaje.

A medida que va aumentando la velocidad del coche y, por lo tanto, la del inducido de la dínamo, ésta va produciendo una tensión cada vez mayor; por consiguiente, la atracción del núcleo va aumentando desde el momento en que la intensidad que pasa por el devanado voltimétrico va, también, en aumento, llegando un instante en que se alcanza el punto de equilibrio con la acción separativa del resorte, y desde ese momento la lámina vibratoria deja de hacer contacto con el borne (5) y pasa a tocar el borne (4). Cuando tal cosa sucede, se producen dos efectos: a) la bobina de campo queda conectada en serie con la resistencia R, lo cual limita el valor de la intensidad de la corriente de excitación y, por ende, del flujo

tos (4) y (5) se separan, apoyándose en el borne (5). Esto hace que vuelvan a repetirse los fenómenos ya enumerados anteriormente: la resistencia (12) vuelve a quedar cortocircuitada, a consecuencia de lo cual se produce un incremento de la intensidad a través de los devanados de las bobinas de campo (1); esto ocasiona que se genere una tensión mayor por la dínamo, la cual, al pasar por el devanado (2) del vibrador, hace que vaya aumentando la acción atractiva del núcleo del electroimán, hasta que se produce un nuevo desplazamiento de la lámina vibratoria y se despegan los contactos (5), con la consecuente entrada en acción de los contactos (4) y (5), así como de la resistencia (12). Pues bien, esta serie de aperturas y

cierres de circuitos ocurre nada menos que varios centenares de veces por segundo, y la eficiencia de este dispositivo es tal que, aun desconectando la batería y alimentando todos los dispositivos eléctricos del coche, se obtiene una tensión rigurosamente uniforme, a tal punto que las lámparas brillan sin el menor parpadeo ni fluctuación de su intensidad lumínica.

Acción del disyuntor. En las explicaciones anteriores no hemos tenido en cuenta la acción del disyuntor, representado en la figura 175 juntamente con el regulador de tensión, pero su interpretación es sumamente fácil si recordamos lo ya explicado acerca de este mecanismo. En efecto, la corriente procedente de la dínamo pasa por el devanado amperimétrico (3) del regulador de voltaje y luego por el devanado voltimétrico (7) del disyuntor, magnetizando el núcleo de hierro forjado; tan pronto es vencida la acción separativa del resorte por la atracción del núcleo, se establece el contacto (10), quedando desde ese momento establecido el circuito de carga desde la dínamo hasta la batería. Ya sabemos que la finalidad del devanado amperimétrico (8) es ayudar la acción de despegue de los contactos (10) cuando, por insuficiencia de tensión de la dínamo, la batería empieza a descargarse sobre la generatriz.

Estudie ahora el conjunto del esquema de la figura 175 y observará: 1) que las bobinas voltimétricas están siempre en paralelo con la dínamo; 2) que el regulador de voltaje funciona en forma permanente mientras es accionado el motor de explosión, o sea, simultáneamente con la dínamo; 3) que el disyuntor sólo entra en actividad para conectar y desconectar el circuito de carga cuando la tensión de la dínamo es superior o inferior a la de la batería; 4) que los devanados voltimétricos (2) y (7) están en paralelo con el circuito de carga de la batería.

El ajuste de la tensión del regulador de voltaje y de la intensidad en que se abre y cierra el disyuntor será estudiado en otro capítulo, así como el arreglo de las averías que pueden tener estas dos unidades.

145. Regulador de intensidad

Conviene tener una idea bien clara sobre la diferencia entre el regulador de voltaje y el de intensidad. En efecto, el regulador de tensión tiene por objeto mantener en los bornes de la batería un valor de voltaje prácticamente constante, y entra en función cuando la dínamo produce una tensión mayor o menor que el valor deseado; en cambio, el regulador de intensidad funciona cuando el estado de carga de la batería es bajo y toda la instalación del coche hace un gran gasto de energía eléctrica; entonces actúa el regulador de intensidad, limitando el amperaje que entrega la dínamo para que no sobrepase el valor máximo permisible. Por otra parte, cuando se requiere poca intensidad y la batería va aumentando su estado de carga, actúa solamente el regulador de voltaje; en tales condiciones, el regulador de intensidad permanece inactivo; entonces, toda la regulación depende exclusivamente del regulador de voltaje.

Conviene no confundir la misión del disyuntor y la del regulador de intensidad. En efecto, el disyuntor tiene solamente por objeto evitar que la batería se descargue cuando la tensión que recibe de la dínamo es inferior a la suya, mientras que el regulador de intensidad actúa, por similitud, como si fuese un fusible: abre el circuito en cuanto el valor de la corriente sobrepasa el valor de seguridad previamente fijado, el cual según veremos oportunamente, se gradúa mediante la fuerza que ejerce el resorte que separa la lámina vibrátil.

Funcionamiento. Para comprender claramente la forma de funcionar del regulador de intensidad, vamos a considerarlo juntamente con el disyuntor, prescindiendo del regulador de voltaje, tal como ilustra la figura 176.

En cuanto la tensión de la dínamo es suficiente para hacer funcionar el disyuntor, queda establecido el circuito desde la generatriz hasta la batería, pasando la corriente por el devanado (7) del regulador de intensidad intercalado en serie con el circuito de carga. Mientras la corriente se mantiene dentro de los límites impuestos, la lámina de acero, fijada por un extremo, se mantiene alejada del núcleo de hierro forjado (12); en esta posición, los contactos están unidos y, por lo tanto, la corriente de excitación que viene por el conducto delgado pasa a la conexión de la masa a través de la lámina, quedando, por consiguiente, inactiva la resistencia (9).

Si la intensidad va aumentando, sobrepasando el valor considerado máximo (generalmente es del orden de 35 A), entonces la acción atractiva del campo magnético del núcleo es capaz de flexar la lámina de acero y los contactos (8) se separan, lo cual produce que la corriente se vea ahora obligada a pasar a través de la resistencia (9), limitando, por lo tanto, su valor. Esto produce dos efectos: 1) disminuye el flujo magnético que emana de las expansiones polares de la dínamo; 2) reduce la intensidad de la corriente generada. Tan pronto ha disminuido la intensidad, como el valor atractivo del núcleo es menor, la lámina se separa, vuelven a unirse los contactos (8) y la resistencia (9) vuelve a quedar fuera de acción (por quedar cortocircuitada por la lámina); al volver a aumentar el valor de la corriente de excitación, vuelve a repetirse el ciclo de fenómenos descritos anteriormente. Esta sucesión de aperturas y cierres de los contactos (8) ocurre muy rápidamente, manteniendo en el circuito de carga un valor de intensidad que, a lo sumo, es el que se ha impuesto al regular la tensión de la lámina vibrátil.

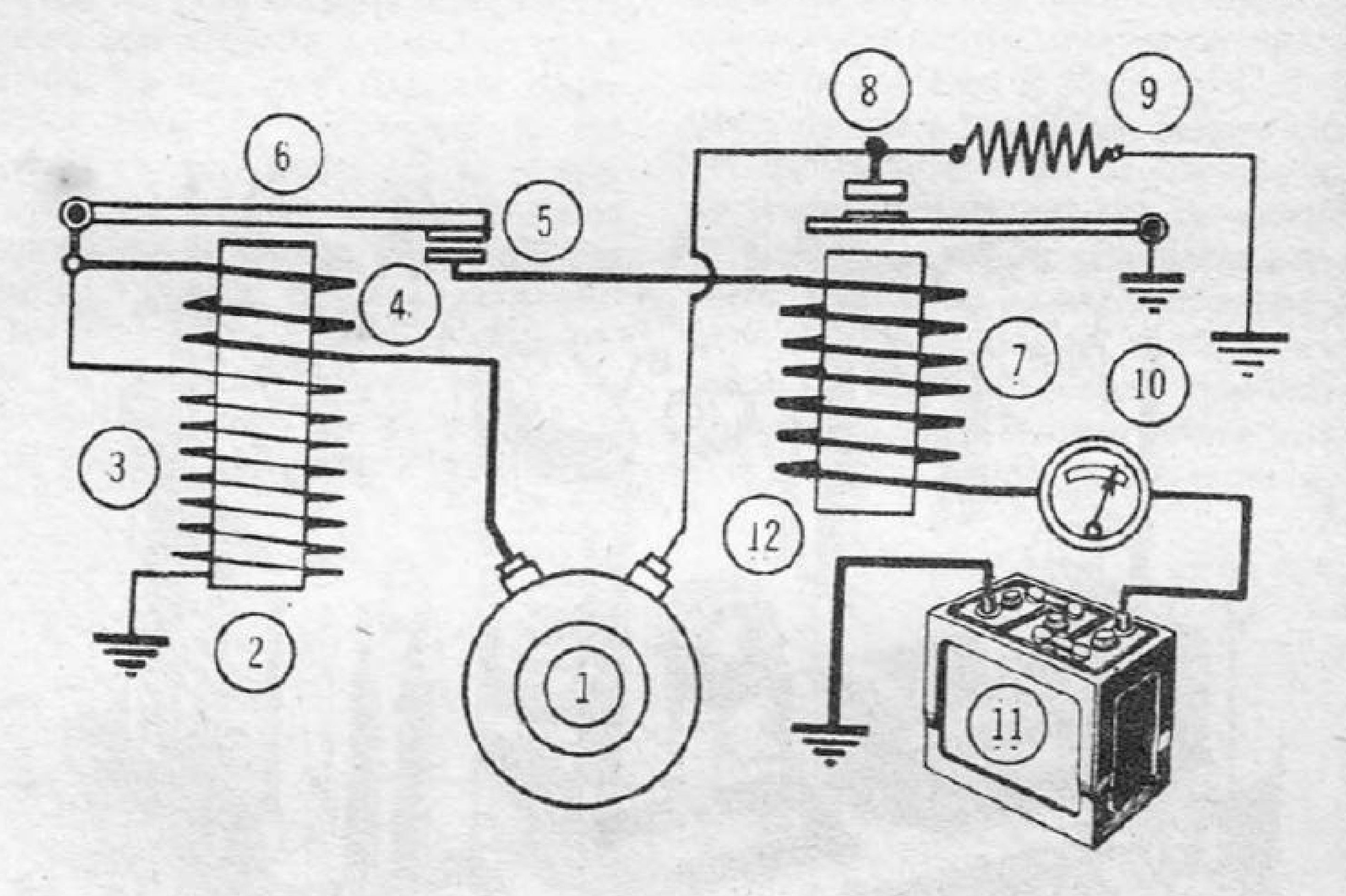


Fig. 176. Esquema de un disyuntor y el regulador de intensidad.

Detalles constructivos. Los reguladores de intensidad generalmente tienen dos devanados en vez de uno solo, como hemos considerado para explicar su funcionamiento. Uno de ellos (el verdaderamente activo) está formado por unas cuantas espiras de hilo de cobre de varios milímetros de diámetro; sobre el mismo núcleo se coloca otro bobinaje de gran número de espiras, hechas con alambre de poca sección. Este devanado suplementario

tiene dos objetos: 1) aumentar la acción atractiva del núcleo, pero en forma más suave de lo que lo hace el devanado grueso, debido a los efectos de autoinducción que se producen al actuar la lámina vibrátil; 2) disminuir las fluctuaciones de la corriente producida por las aperturas y cierres de los contactos (8); podríamos decir que el devanado fino actúa como un nivelador de la intensidad fluctuante del valor máximo permitido.

El disyuntor y los dos reguladores (de tensión e intensidad) se montan sobre un mismo armazón. En la figura 177 podemos apreciar estas tres unidades: (1), regulador de voltaje; (2), regulador de amperaje; ((3), disyuntor. Esta forma de disponerlos, en un lugar adecuado del coche, facilita su ajuste y arreglo en caso necesario.

Los automóviles económicos generalmente sólo tiene disyuntor y regulador de voltaje, prescindiendo del re-

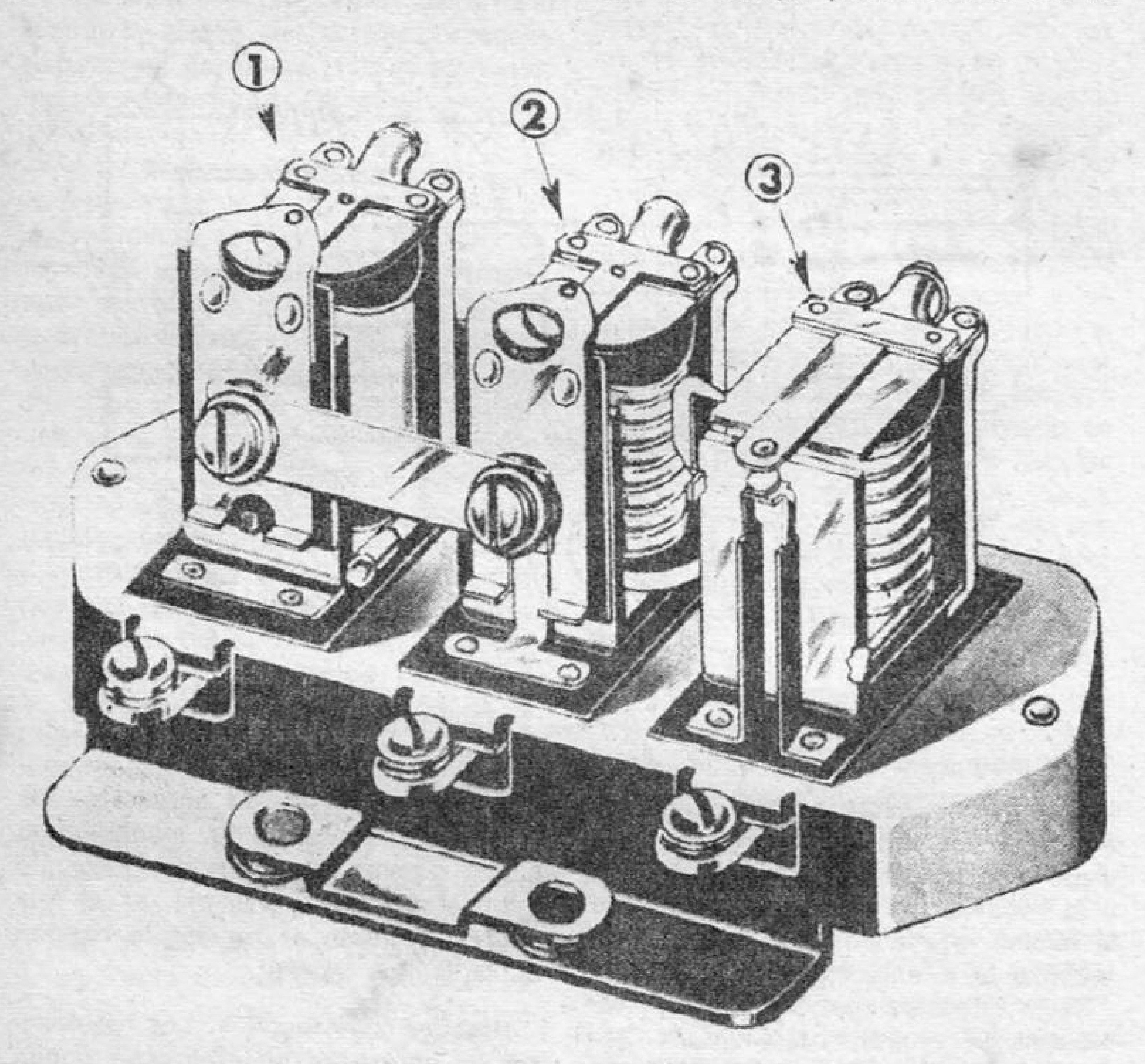


Fig. 177. Disyuntor y regulador de tensión e intensidad de los coches Willys.

Los contactos de todos los reguladores, así como del disyuntor, son de tungsteno cuando funcionan en instalaciones de 24 V (autovehículos pesados, automóviles europeos de 12 V, etcétera) y de una aleación de plata en los coches americanos, que, generalmente, usan una batería de 6 V.

gulador de intensidad: los coches de precio emplean las tres unidades, sin excepción. En los autovehículos de gran potencia se utiliza una cuarta unidad, llamada disyuntor de las bobinas de campo, cuya misión es ayudar al regulador de tensión, conectando y desconectando la resistencia que se

intercala en serie en el circuito de excitación de la dínamo.

146. Teoría de los reguladores a vibrador

El funcionamiento de los reguladores de tensión e intensidad que hemos descrito se funda en el tiempo que tarde en formarse y desaparecer la corriente de excitación en las bobinas de campo. En efecto, la intensidad no toma su valor máximo abruptamente, sino que necesita una cierta cantidad de tiempo, que depende de la relación entre la resistencia R del devanado y su inductancia L, o sea, L/R, que caracteriza lo que se llama la constante de tiempo de un circuito eléctrico. Puesto que la inductancia de las bobinas de campo es muy elevada por tener núcleos de hierro, resulta que el tiempo que transcurre entre el instante de cerrarse el circuito de excitación (por medio del regulador de voltaje) hasta que la corriente adquiera todo su valor es relativamente muy grande; de igual manera, cuando se interrumpe (al separarse los contactos del vibrador), la corriente no se anula instantáneamente, sino que también tarda un determinado tiempo, decreciendo paulatinamente siguiendo una ley exponencial[1]. La figura 178 representa la marcha de las variaciones de la corriente de excitación debidas a los efectos de inducción antes enumerados, siendo fácil obtener valores de constantes de tiempo de varias décimas de segundo en las dínamos utilizadas en los automóviles.

Forma de la corriente de excitación. Supongamos que la corriente de excitación tiene su valor máximo en I y que al llegar al instante A abrimos el circuito: la curva exponencial 1 nos muestra que su valor va decreciendo hasta anularse al llegar a B, fenómeno debido a la gradual desaparición del campo magnético de los núcleos de hierro de las bobinas de campo. Si suponemos ahora que volvemos a cerrar el circuito de excitación, podremos comprobar que la corriente empieza a crecer siguiendo la misma ley exponencial, representada gráficamente por la curva 2, que se inicia en C y termina en D. Pues bien, si el tiempo transcurrido de A a B o de C a D suponemos que es de dos décimas de segundo (que es realmente el obtenido en las dínamos empleadas en los

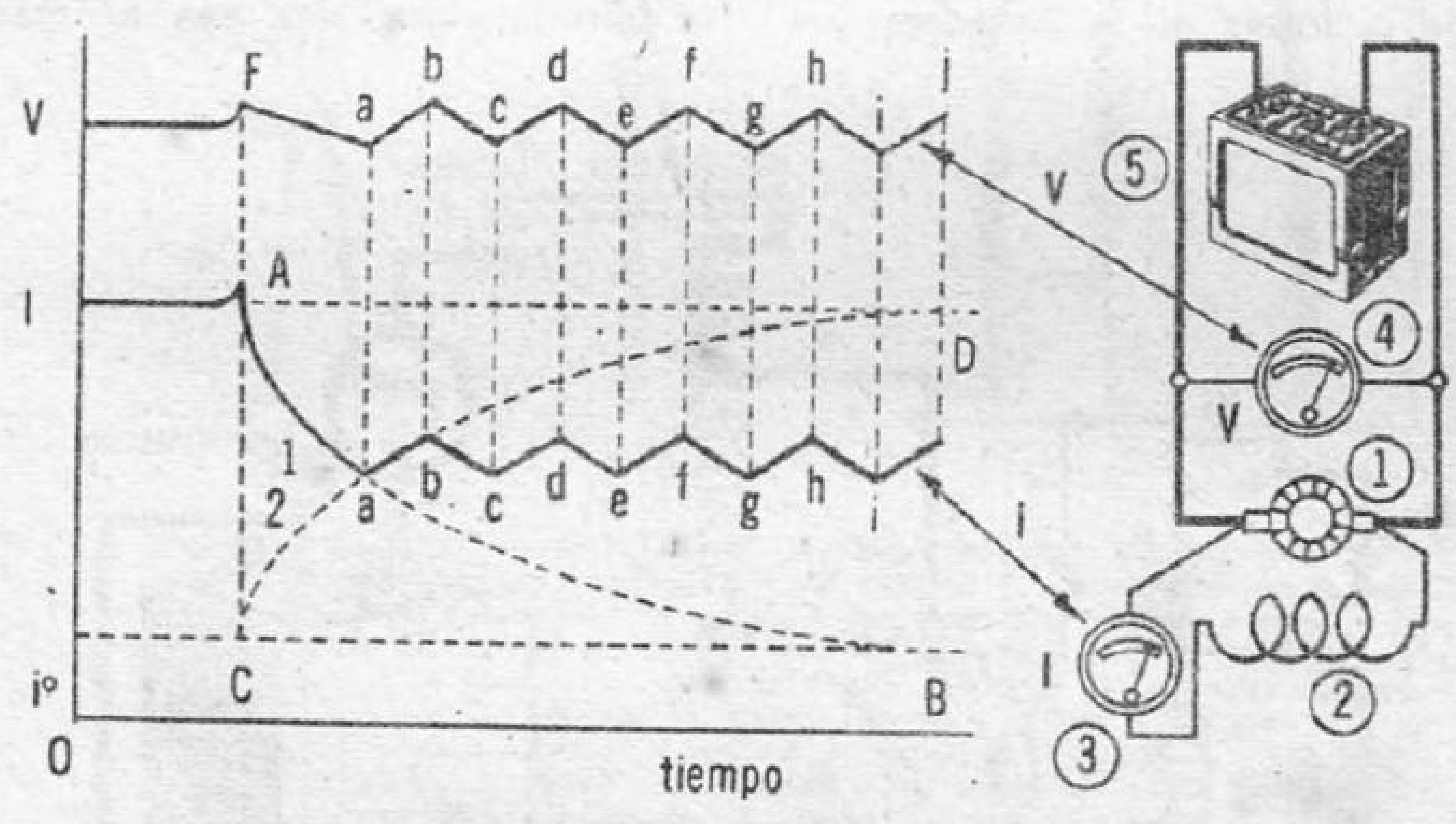


Fig. 178. Variaciones del voltaje de la dínamo y de la corriente de excitación de un regulador a vibrador.

[1] En nuestra *Algebra Industrial* se desarrolla el estudio de las curvas exponenciales con diversos problemas aplicados a circuitos con inductancias (en los casos de aperturas y cierres), resistencias y condensadores.

coches) y mediante un vibrador abrimos y cerramos 200 veces por segundo el circuito de excitación, como ese tiempo representará una pequeña parte de las curvas AB y CD, resulta que tomará una pequeña parte de cada una, obteniendo entonces las variaciones indicadas por la forma de dientes de sierra ab, bc, cd, de, etcétera, que son pequeñas porciones de las curvas exponenciales AB y CD.

Por lo tanto, tan pronto la tensión producida por la dínamo se hace excesiva, entra en funciones el regulador de voltaje, intercalando una resistencia en el circuito de excitación, cuyo efecto es reducir esta corriente al valor correspondiente de la tensión para la cual se ha graduado el regulador.

Forma de la tensión generada. Siendo el voltaje que produce la dínamo directamente proporcional a la corriente de excitación, en el circuito de carga de la batería tendremos un duplicado de la forma de la corriente que aumento, instantáneo, del voltaje inducido (punto de apertura del vibrador del regulador), que decrece hasta alcanzar el punto a de la curva decreciente (instante en que se cierra el contacto del vibrador) y luego los puntos b, c, etcétera correspondiendo a los cierres los puntos inferiores y a las aperturas los superiores.

Valores de la tensión producida. Las variaciones que fluctúa el voltaje que entrega la dínamo es de solamente alguna centésima de voltio, es decir prácticamente constante; por consiguiente, en los bornes de la batería aplicaremos una tensión del valor que queramos, obtenido mediante la puesta a punto del regulador de voltaje.

147. Regulación por termostato

La finalidad de este sistema es disponer de dos regímenes de carga de la batería: uno, que sea el máximo

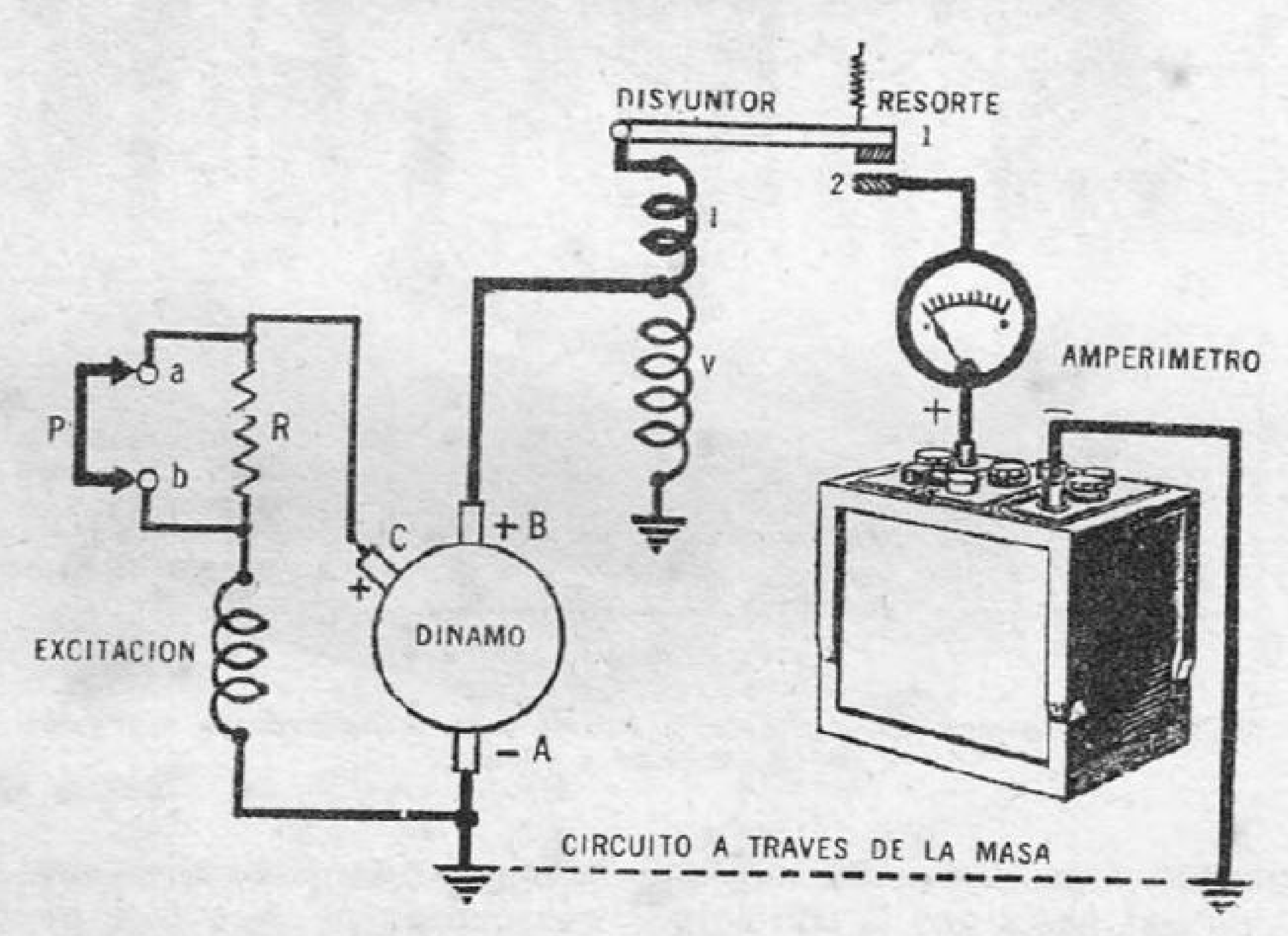


Fig. 179. La corriente de salida de una generatriz puede también hacerse variar intercalando o sacando una resistencia R en el circuito de excitación.

pasa por las bobinas de campo: es la forma de zigzag representada en la parte superior de la figura 178. En el instante F, al abrirse el circuito de excitación, se produce un pequeño posible, y el otro, mucho más reducido. Esto es una necesidad porque en invierno se usan los faros muchas horas, acostumbrándose a hacer viajes cortos que obligan a emplear fre-

cuentemente el motor de arranque, con un gran consumo de corriente de la batería; por lo tanto, en estas circunstancias es conveniente que la dínamo produzca el máximo de corriente. En cambio, durante el verano, debido a las muchas horas de luz solar, se usan pocos los faros y, además, se acostumbra a hacer viajes largos; por lo tanto, la generatriz funciona mucho tiempo, sobrecargando la batería.

Todo esto hizo ver la necesidad de disponer un mecanismo que automáticamente hiciese variar la intensidad del régimen de carga de la batería cuando hiciese frío o calor. Para llegar a este resultado se partió del principio de la distinta dilatación que sufren los diversos metales cuando son calentados a las mismas temperaturas.

El experimento anterior tiene una utilidad práctica en muchísimas aplicaciones industriales de regulación térmica automática; en el caso que nos ocupa se utiliza para abrir o cerra un circuito en el cual hay intercalad una resistencia R, conectada en ser con las bobinas de campo de una d namo.

Consideremos la figura (c), dond vemos las dos láminas unidas, ap sionadas por sus extremos inferiore en un bloque que les sirve de soporte, en la parte alta hay un contacto, 1, que, en condiciones normales de temperatura, hace contacto con otro borne, 2. En esta forma, la corriente que viene de A sigue a través de las dos láminas, pasa por los contactos y sigue hacia B, quedando la resis-

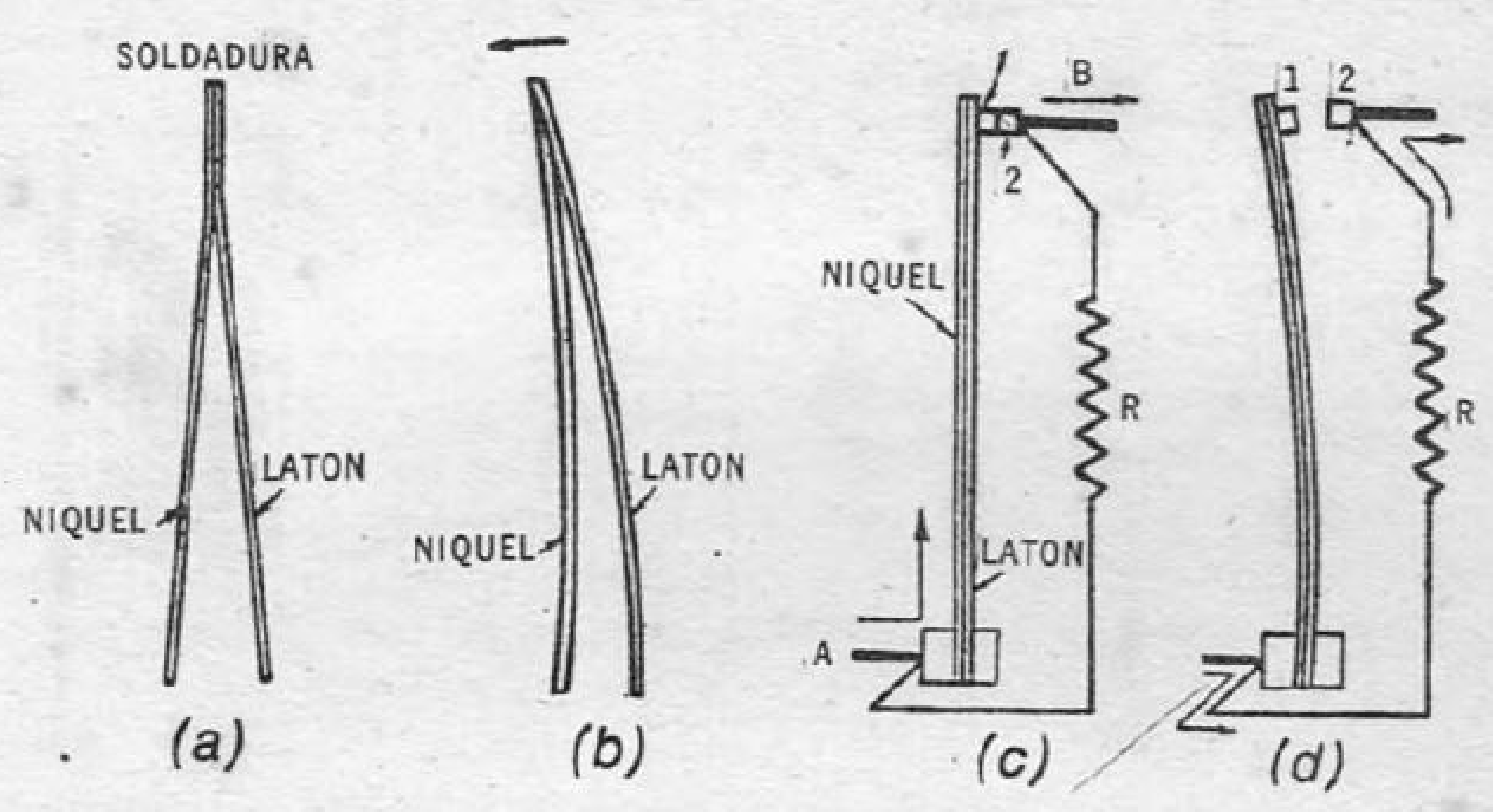


Fig. 180. Dos varillas de distintos metales, soldadas por un extremo y sujetas por el otro (a), permanecen inalterables si no aumenta la temperatura; en (b) se representa cómo se flexan las dos láminas debido a la diferencia de dilatación de las dos varillas al aumentarse la temperatura. En (c) vemos la aplicación del termostato: mientras no aumente la temperatura, las varillas tienen la misma longitud y los contactos 1 y 2 permanecen unidos, quedando cortocircuitada la resistencia R; si la temperatura aumenta, se flexan las láminas y los contactos 1 y 2 se separan, quedando entonces en circuito la resistencia R.

En efecto, supongamos que disponemos de dos láminas, una de níquel y otra de latón, soldadas por un extremo, tal como indicamos en (a) de la figura 180; en las condiciones de la temperatura del ambiente (unos 20° C), las dos tienen la misma longitud, pero si elevamos la temperatura a unos 70° C, estando sujetos los extremos inferiores, observaremos que, dilatándose más el latón que el níquel, se producirá la inflexión señalada en (b).

tencia bloqueada. Cuando la temperatura se eleva, la lámina de latón se dilata más que la de níquel, tendiendo a torcer las dos láminas; cuando la temperatura es del orden de unos 70° C, la flexión es tal que se produce la separación de los contactos 1 y 2 [fig. (d)]; evidentemente, la corriente que viene de A se ve ahora obligada a pasar a través de la resistencia R, que produce una disminución de la intensidad de la corriente que entra

por A y se aleja hacia B. Tan pronto cesa la elevación de temperatura, las dos láminas termostáticas vuelven a su posición rectilínea, indicada en (c); el contacto entre los bornes 1 y 2 se restablece y la resistencia vuelve a quedar bloqueada (cortocircuitada) porque la corriente encuentra menor resistencia pasando por las láminas de níquel y latón que a través del reóstato R.

La aplicación práctica de una unidad termostática para autorregular el régimen de carga de la batería lo representamos en la figura 181 vemos una dínamo. excitada en derivación y el termostato intercalado en serie con las bobinas de campo. En condiciones normales de temperatura, los contactos 1 y 2 permanecen unidos y, por lo tanto, la corriente procedente de + C pasa a través de las dos láminas, cerrando así el circuito de las bobinas de campo a través de la masa metálica, como si entre P y Q hubiese un conductor (señalado por una línea de puntos).

Si la temperatura del ambiente es la ya mencionada (unos 70° C), entonces el efecto termostático entra en acción, separándose los contactos 1 y 2; en estas condiciones, la corriente de excitación, procedente de + C, se ve obligada a pasar a través del reóstato R, lo cual implica una disminución de la intensidad y, como consecuencia, del flujo magnético que emana de las masas polares, lo cual repercute en que la generatriz produzca ahora una tensión más reducida. El reóstato R tiene un valor de 14 a 15 A cuando entra en acción la intensidad de la dínamo; en cambio, al quedar fuera de circuito, el régimen de carga se eleva a unos 22 A a una velocidad del coche de unos 50 km por hora.

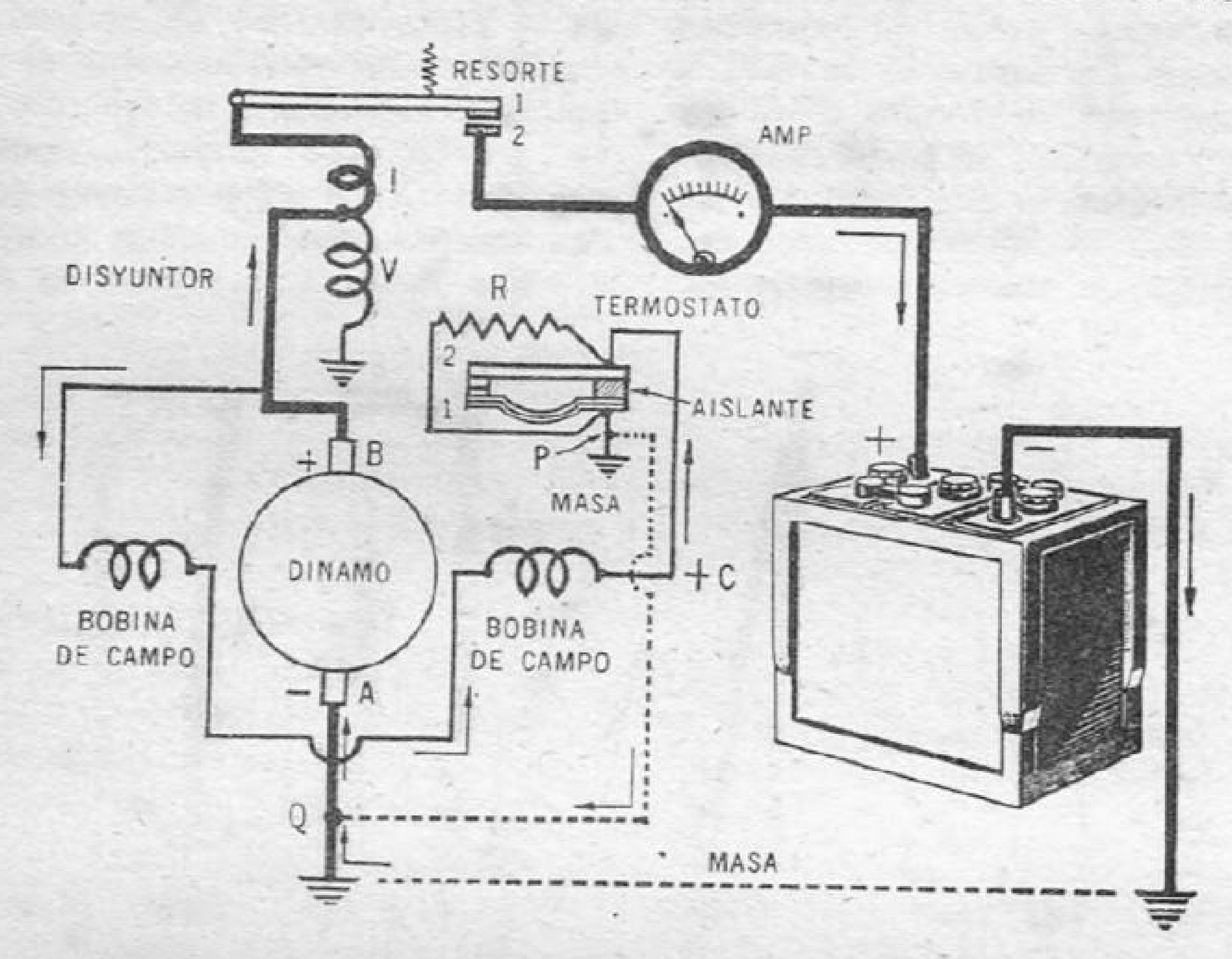


Fig. 181. Aplicación de un termostato en una dínamo. Se observa que la intensidad de la corriente que pasa por las bobinas de campo es regulada por la resistencia, al intercalarla o sacarla en este circuito.

Estas distintas variaciones a las diversas velocidades del coche, desde unos 15 km por hora hasta unos 140 km por hora, las presentamos en los gráficos de la figura 182. Con el termostato cerrado (contactos unidos, sin el reóstato R), la corriente producida por la dínamo adquiere una intensidad de unos 22 A cuando el auto va a una velocidad de unos 50 km por hora, descendiendo a una tercera parte de este valor cuando alcanza velocidades de

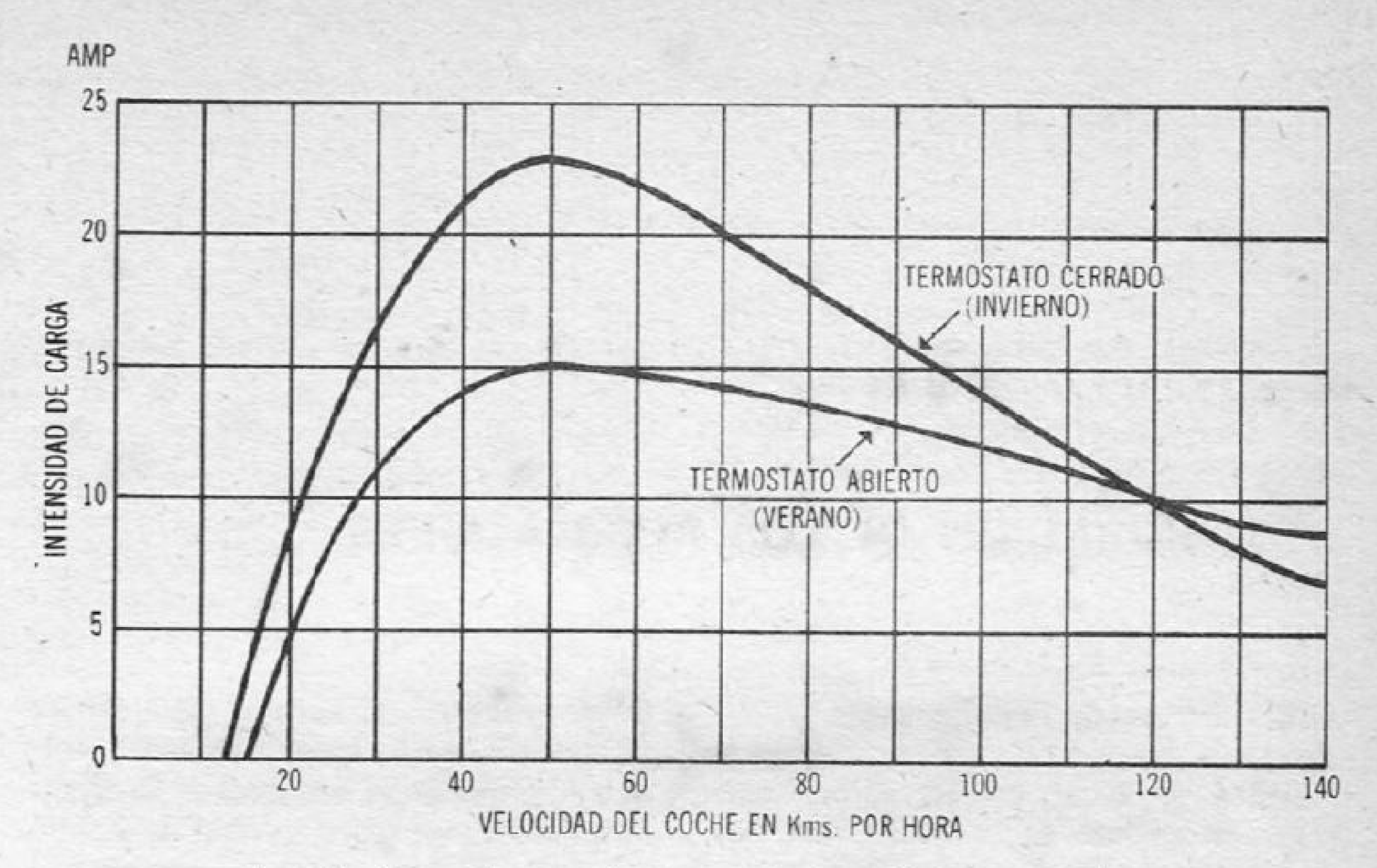


Fig. 182. Curvas de las variaciones de la intensidad de carga de la batería, según que actúe o no actúe el termostato.

más de 120 km por hora. En cambio, cuando hace calor, el termostato entra en acción, los contactos se separan, la resistencia R forma parte del circuito de excitación y la intensidad que produce la dínamo es de sólo unos 14 A cuando el auto va a unos 50 o 60 km por hora, quedando reducida a la mitad con las más altas velocidades que puede adquirir el automóvil.

Digamos, para terminar este tema, que la unidad termostática se coloca dentro de la carcaza de la dínamo, a fin de que sufra fácilmente la influencia de la elevación de la temperatura no sólo del ambiente, sino también de los devanados de las bobinas de campo, puesto que cuando su temperatura se eleva es debido a que son recorridos por una intensidad excesiva, siendo beneficioso en tales circunstancias reducir la intensidad de la corriente que pasa por ellos.

148. Cuidado del termostato

Sabemos que este dispositivo tiene por objeto hacer variar el régimen de carga de la dínamo en invierno y en verano, poniendo o sacando del circuito una resistencia de valor fijo determinado.

Esta es la única parte del equipo eléctrico que no debe tratarse de ajustar, bajo ningún concepto. Si se abriese el circuito antes de alcanzar la temperatura necesaria, se debe regular la tercera escobilla para que compense esta deficiencia; en tal caso debe cuidarse, al llegar los tiempos calurosos o fríos, de comprobar la marcha del termostato, y si se observase que no actúa bien, compensarlo en la forma indicada.

Capítulo XVII

COMPROBACION DE LOS REGULADORES

149. Atención preliminar

Antes de tocar un disyuntor, regulador de voltaje o de intensidad, hay que tener mucho cuidado. Son instrumentos de gran precisión que han sido cuidadosamente ajustados en la fábrica; por lo tanto, sólo manos muy expertas tienen que intentar arreglarlos cuando sea necesario. Puede muy bien suceder que se hayan producido otros desperfectos que, aparentemente, hagan suponer que son debidos a los instrumentos de regulación, siendo otra, en cambio, la causa del mal funcionamiento.

Las comprobaciones que vamos a indicar a continuación se entienden realizadas en el mismo coche, sin desmontar ninguna pieza, y su finalidad es localizar la causa del defecto. Todas ellas toman como elemento de juicio el estado de la batería y las indicaciones del amperímetro, debiéndose considerar tres casos:

1. La batería está cargada y el régimen de carga es bajo;

2. El acumulador está cargado y el régimen de carga es alto;

3. La batería está descargada y el régimen de carga es bajo.

150. Batería cargada y régimen bajo

Lo primero que debe hacerse es medir la densidad del electrolito con un densímetro; si señala 1 280 o más, la batería está bien cargada. Acto seguido debemos comprobar la intensidad de carga, para lo cual desconectaremos el borne del regulador que va a la batería (fig. 183) e intercalaremos un amperímetro de escala apropiada: de más de 30 A (si marcase al revés, hay que invertir las conexiones del instrumento). Póngase ahora en marcha el motor de explosión y así la dínamo se pondrá en funcionamiento, apretando el pedal del acelerador para que funcione a media marcha; el amperímetro debe marcar solamente unos cuantos amperios si la batería está cargada, aunque si el motorcito de arranque se ha utilizado durante, por ejemplo, unos 15 segundos para poner en marcha el motor de explosión, durante unos cuantos minutos el amperímetro señalará una intensidad algo mayor, hasta que la batería haya recuperado la carga perdida.

En el caso que estamos considerando pueden hacerse ahora las tres pruebas siguientes, referentes todas ellas al regulador de corriente:

1) **Método de una gran descarga.** El regulador de intensidad puede comprobarse de la siguiente manera: no se da llave, a fin de que todo el sistema de ignición quede inactivo; se pone en marcha el motorcito de arranque durante unos 15 segundos (para

descargar la batería), y entonces se prenden los faros y las luces, conectando también todos los accesorios que produzcan consumo de corriente; se pone el motor de explosión funcionando a media marcha y se observa cuál es la intensidad de salida del generador. Si se ha procedido rápidamente, la tensión de la dínamo no puede compensar tan repentinamente el consumo y, en consecuencia, la corriente alcanzará el valor por el cual el regulador de intensidad ha sido ajustado; observe con atención el valor que indica el amperímetro. Tan pronto como la batería se ha recuperado de la descarga forzada que ha sufrido, el regulador de voltaje volverá a funcionar, limitando la energía de la dínamo.

2) **Método de la resistencia shuntada.** Para comprobar si el regulador de intensidad entra en acción al valor adecuado, puede procederse de esta forma: debe buscarse una resistencia que permita, cuando se conecta en los bornes de la batería, que ésta se descargue al régimen apropiado; por ejemplo, para ver si un regulador de intensidad ajustado a 30 A entra realmente en funcionamiento al descargar la batería a esta intensidad, se conecta entre los bornes extremos un resistor de

resistencia a conectar =
= 6 V ÷ 30 A = 0,2 Ω.

Es preferible que sea una lámpara o una resistencia hecha de manera que pueda disipar la energía eléctrica que se transforma en calor, que en este caso es de

potencia consumida = 6 V ÷ 30 A =
= 180 W

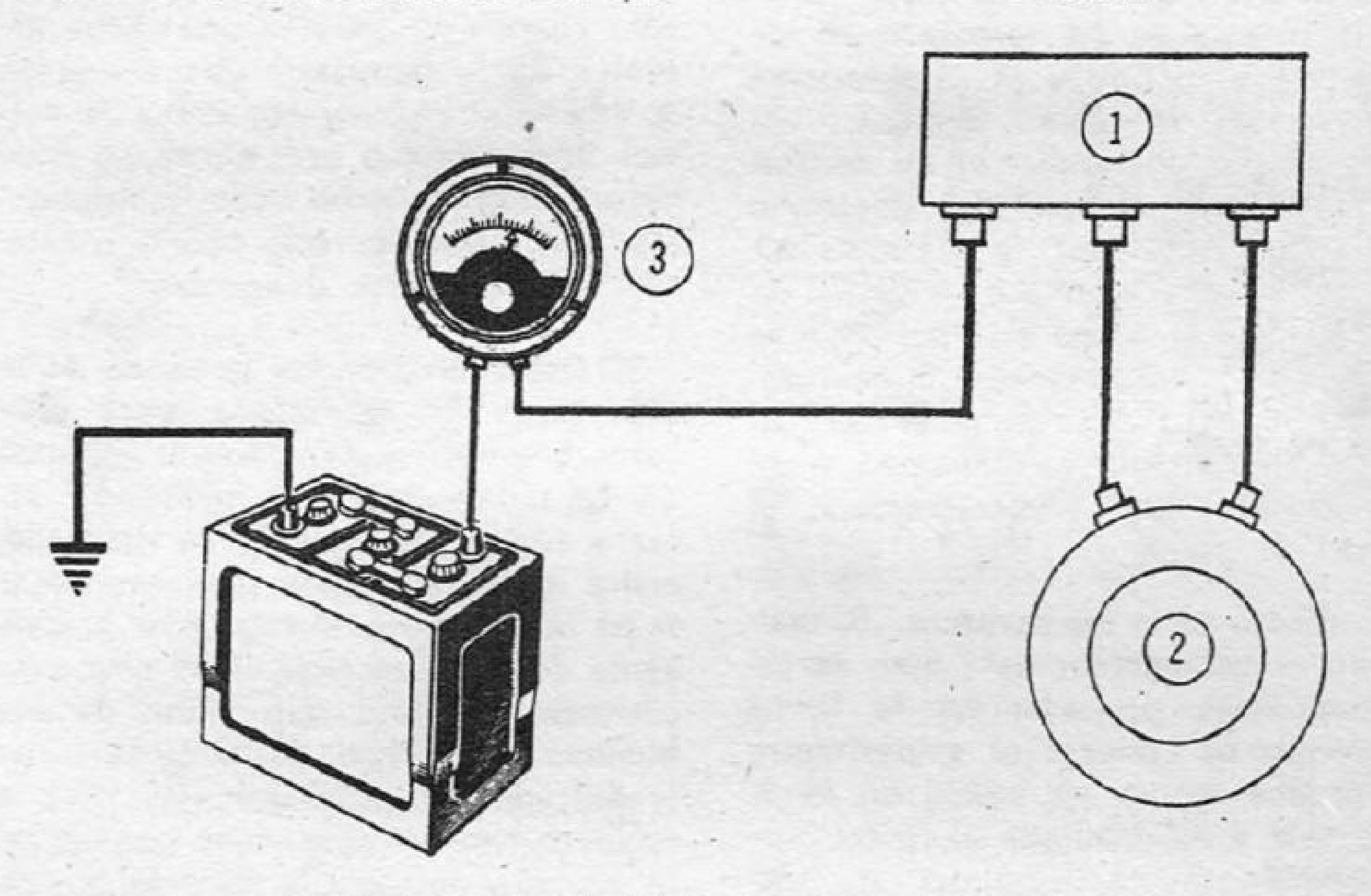


Fig. 183. Comprobación del funcionamiento de una dínamo por medio de un amperímetro.

El regulador de intensidad debe ponerse en funcionamiento al cerrar el circuito de la batería con la mencionada resistencia.

3) **Cortocircuitando el regulador de voltaje.** El tercer método que puede utilizarse para comprobar si el regulador de intensidad entra en acción al pasar la intensidad correspondiente, consiste en cortocircuitar el borne de entrada y el de salida del regulador de tensión, con lo que queda en funcionamiento sólo el disyuntor y el regulador de intensidad. Quedando inactivo el regulador de voltaje, se pone en marcha el motor de explosión, se

prenden los faros, las luces, etcétera, para evitar grandes elevaciones de tensión de la dínamo (que ahora no tiene este control), y se observa si al entrar en funcionamiento el regulador de corriente el amperímetro marca la intensidad para la cual ha sido graduado.

151. Batería cargada y régimen alto

Si al acumulador cargado se lo sometió a una intensidad de carga elevada, la batería se ha calentado en exceso, y se produjo la consecuente evaporación de agua. Empezar, por lo tanto, por comprobar si es necesario restablecer el nivel del electrolito (con agua destilada), y entonces poner en marcha el motor a media velocidad para que así el electrolito se recomponga, mezclándose íntimamente con el agua añadida; una vez obtenido esto, medir la densidad y de esta manera saber, concretamente, el estado de carga.

1) **Efecto de la temperatura.** Si realmente el acumulador está bien cargado, entonces proceder en la forma siguiente: se conecta el amperímetro de prueba, como se indicó en la figura 183, y se mantiene el motor funcionando a media velocidad, sin consumo de corriente, excepto el sistema de ignición; si en estas condiciones el amperímetro acusa un elevado régimen de carga, entonces debemos averiguar si es el regulador de intensidad o la dínamo la causa del mal funcionamiento. Para discernirlo tenemos que recordar que los acumuladores, cuando están bien cargados y calientes, necesitan menos voltaje para mantener un determinado régimen de carga que cuando están medio cargados y fríos; asimismo, manteniendo constante la tensión, el régimen de carga aumenta con la temperatura, de forma que en tiempo de verano muy caluroso, si se observa una intensidad de carga elevada no debe tomarse como síntoma de avería del regulador de intensidad (que no entre en acción oportunamente), sino que es una consecuencia del funcionamiento mismo de la batería. Recuerde esto antes de querer ajustar el regulador, pues lo único que conseguiría sería desajustarlo.

2) **Ajuste del regulador de voltaje.** Es necesario seguir la rutina de instrucciones dadas por los fabricantes (ver el capítulo siguiente) y rebajar dos o tres décimas de voltio el valor de la tensión en que se abre el regulador de voltaje; esto debe hacerse sólo cuando se observa una carga excesiva de la batería y una elevación de temperatura muy por sobre la normal. Recuerde que este ajuste no debe hacerse en invierno, con temperaturas muy bajas, porque podría mantener el acumulador descargado.

3) **Determinación de la causa de la sobrecarga.** Si la batería está bien cargada y recibe un elevado régimen de carga sin que la temperatura parezca ser la responsable de esta anomalía, entonces queda por determinar si es la dínamo o el regulador el causante de la sobrecarga. Para ello, desconectar el cable que viene de las bobinas de campo de la dínamo en la entrada del regulador (fig. 184), o en el borne de salida del generador. lo esencial es que la dínamo no entregue energía, lo cual se consigue suprimiendo la corriente de excitación. Teniendo abierto este circuito y la dínamo girando a una velocidad mediana, pueden ocurrir dos cosas: a) que la dínamo no entregue energía (que es lo que corresponde), pudiendo entonces afirmar que es el regulador el que funciona mal, no intercalando la resistencia en el circuito de excitación para reducir la corriente de salida; b) si la dínamo sigue produciendo electricidad con el circuito de excitación abierto, es señal evidente de que hay un cortocircuito o contacto a la masa de los devanados de las bobinas de campo, en cuyo caso la resistencia del regulador no puede intercalarse en el circuito de excitación de la dínamo y, en consecuencia, no

se reduce la corriente de carga. Una vez determinado el causante de la avería, hay que proceder a su arreglo, sacándolo del coche.

No obstante, si se ha encontrado que la dínamo no entrega energía y es el regulador el defectuoso, entonces podemos tener una nueva afirmación de que, efectivamente es el causante de la sobrecarga de la batería, procediendo en esta forma: a) volver a conectar el cable de excitación de la dínamo; b) sacar la tapa del regulador de voltaje y abrir con la mano los contactos del vibrador, presionando hacia abajo la armadura; c) poner la dínamo a media marcha. Si la corriente de carga se anula, el regulador de voltaje se ha graduado en una sensibilidad demasiado elevada (tensión del resorte excesiva) o el devanado de este regulador (voltaje), está abierto; si la corriente no se anula, entonces revisar el regulador, pues esto es señal de que la avería reside en algún aislante defectuoso, lo cual impide que, cuando se abren las puntas del regulador, quede insertada en el circuito de excitación la resistencia limitadora, tal como debe suceder cuando el regulador está en perfectas condiciones de funcionamiento.

152. Batería descargada y bajo régimen de carga

Esta anomalía del funcionamiento ha causado el fracaso de muchos expertos, porque la avería puede que no esté ni en la dínamo ni en el regulador, sino en las conexiones entre la dínamo y la batería; de ahí que lo más prudente es empezar por revisarlas, midiéndolas con un voltímetro, siguiendo las indicaciones del parágrafo siguiente.

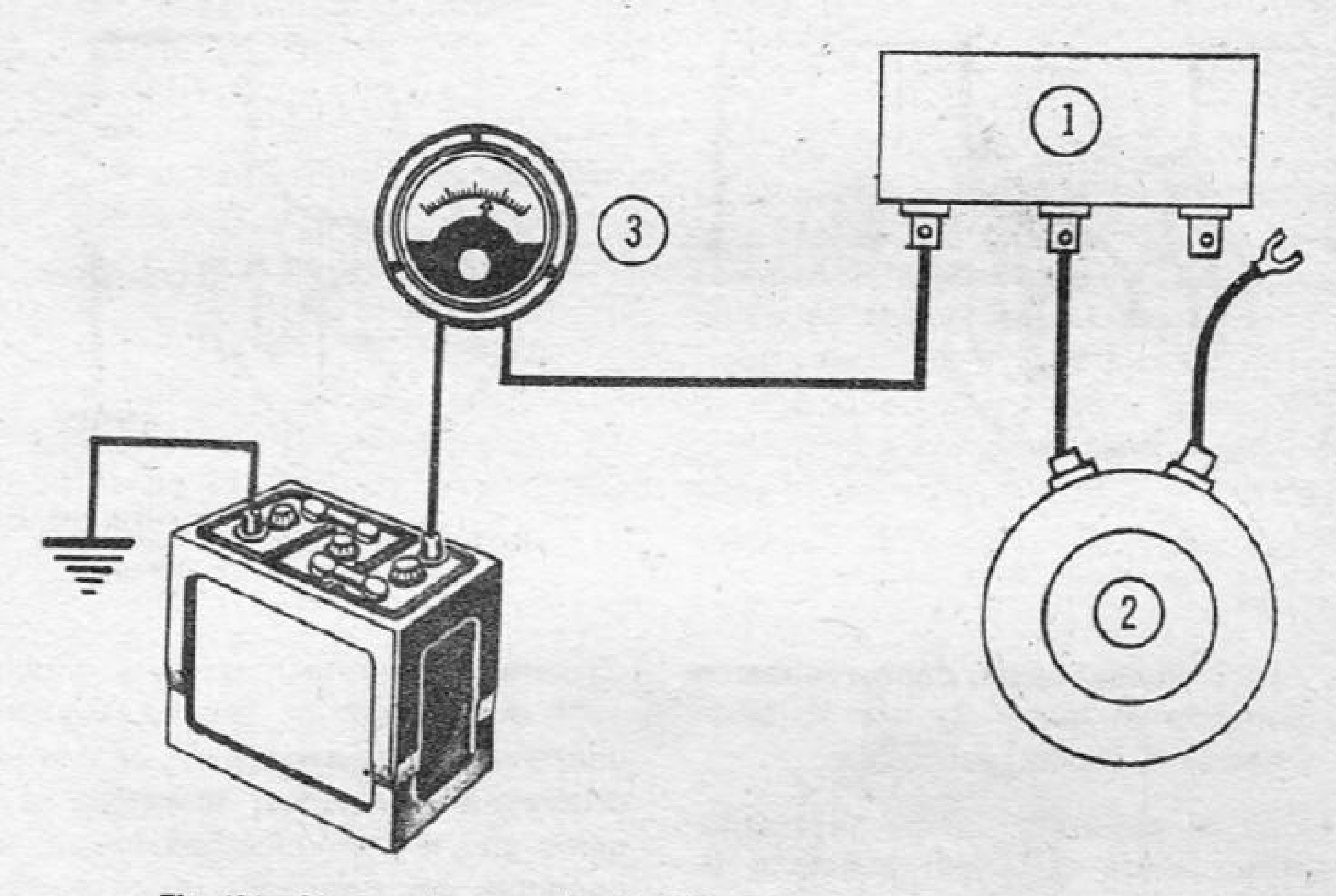


Fig. 184. Manera de comprobar la falla de la dínamo sí a la batería, estando cargada, se le envía una intensidad elevada.

Admitiendo que el conexionado esté bien, queda entonces por determinar si es el regulador o la dínamo el causante de la poca corriente de carga. Las investigaciones deben realizarse según sea el sistema de conexión del circuito de excitación: a) el circuito de las bobinas está conectado a la masa por medio del regulador, a través de los puntos de contacto o de una resistencia (fig. 185); b) el circuito de excitación hace contacto por un extremo a la masa en el mismo generador (fig. 186), estando el otro extremo co-

nectado al circuito de carga a través de los puntos de contacto o de la resistencia del regulador.

a) En este caso (fig. 185), con un destornillador o trozo de alambre hacer un puente entre el terminal F (campo) y la masa; debe hacerse por brevísimos instantes y ver si se obtiene una elevación del valor de la corriente; esta prueba, rápida, debe realizarse funcionando el motor (y por lo tanto la dínamo) a media velocidad.

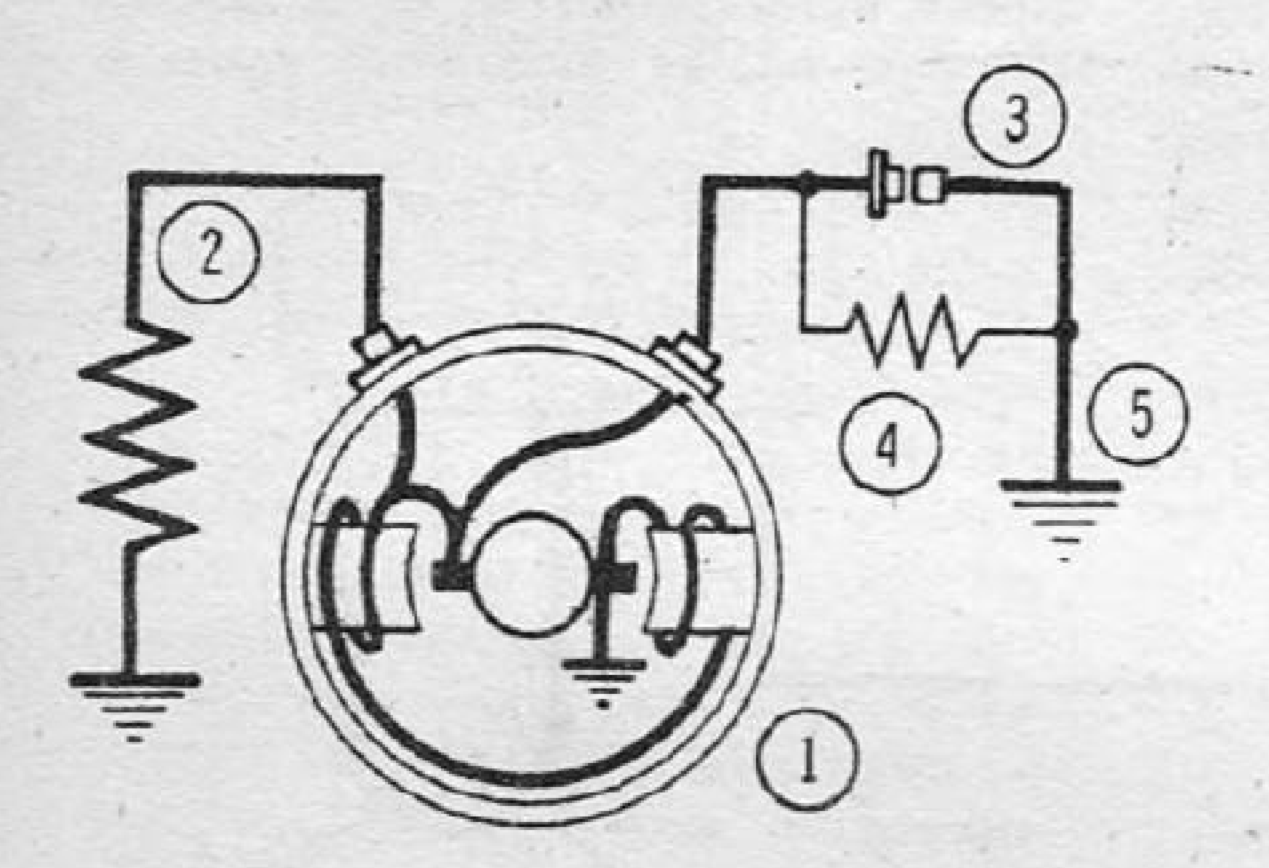


Fig. 185. Dínamo de dos escobillas y conexión a masa fuera de la máquina.

b) Si el generador tiene el regulador intercalado tal como indica la figura 186 (el campo conectado a la masa dentro del generador), hacer un puente con un alambre entre los bornes del regulador correspondientes a la excitación (F) y al generador (G), mientras la dínamo marcha a una velocidad media; hacer esta prueba por breves instantes, sólo los indispensables para ver si la dínamo eleva la corriente de salida.

En las pruebas anteriores, si la corriente alcanza los valores normales correspondientes como máximos, o más elevados aún, es señal de que la dínamo está en buenas condiciones de funcionamiento, siendo el regulador la causa de que la batería no reciba la intensidad necesaria; compruebe el circuito del acumulador (bornes, conexiones flojas, etcétera), y vea si los contactos del regulador están sucios o gastados.

Si no se ha obtenido corriente en la salida del generador mientras las bobinas de excitación estaban conectadas a la masa, entonces la anomalía puede estar en la dínamo o en el disyuntor; éste puede tener roto el devanado o bien la tensión del resorte es tan fuerte que no permite que cierren los contactos en serie con el circuito de excitación. Para dilucidar esta duda haga la prueba siguiente, operando con exactitud, extremada prudencia y rapidez: mientras la dínamo gira a una velocidad media, desconectar del regulador la conexión G o la GEN, que viene del generador, y hacer contacto con el borne de esta conexión con algún contacto de masa, por ejemplo, la base del regulador, pudiendo ocurrir que salte una chispa bien visible o que no se produzca. Si salta la chispa, probablemente la dínamo está bien, siendo el causante del mal funcionamiento el disyuntor; si no salta ninguna chispa, es señal evidente que el generador tiene algún defecto que no le permite producir electricidad, debiéndose revisar siguiendo las normas que damos en el capítulo: "Cuidado y averías de la dínamo".

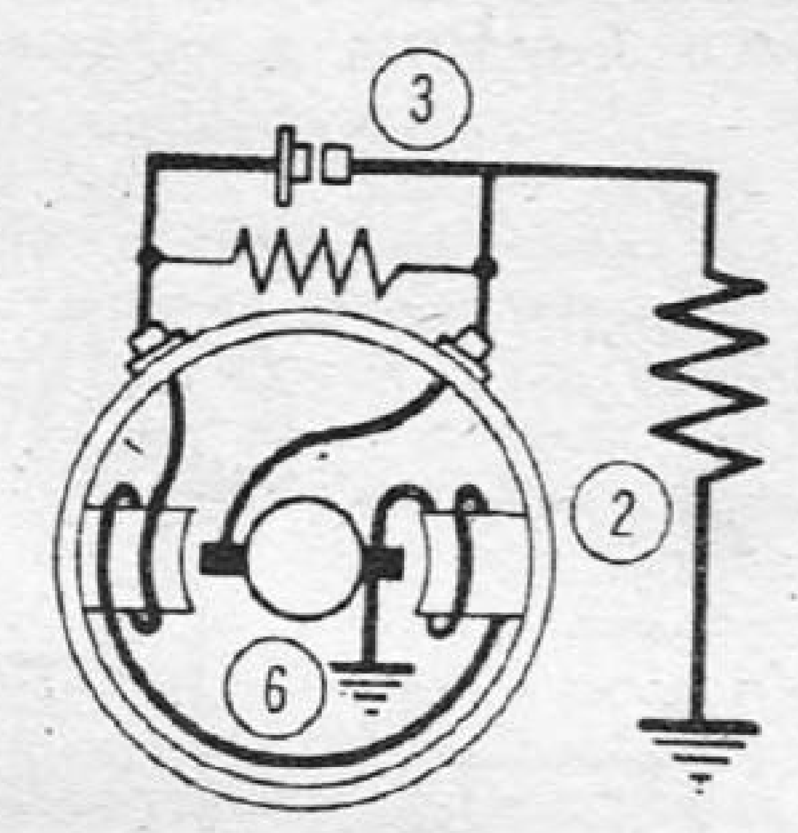


Fig. 186. Dínamo bipolar conectada a masa dentro de la máquina.

¡Atención! La prueba de desconectar un borne de la dínamo pone a ésta en cortocircuito y puede perjudicar los devanados si se prolongase; por esto, no debe de tenerse en marcha

más de uno o dos segundos en estas condiciones: Recuérdelo.

153. Comprobación del circuito generador-batería

Esta prueba es de la mayor importancia y debería realizarse periódicamente. Consiste en comprobar si la resistencia entre los bornes de salida de la dínamo y de la batería es de 0,0375 Ω, valor obtenido admitiendo que la caída de tensión del circuito de carga debe ser de 0,75 V y que la prueba debe realizarse a un régimen de 20 A; con estos valores obtenemos, aplicando la ley de Ohm,

$$\text{resistencia} = 0{,}75\ \text{V} \div 20\ \text{A} = 0{,}0375\ \Omega.$$

Para simplificar la comprobación se intercala un amperímetro en serie (figura 187), manteniendo la velocidad de la dínamo de manera que marque 20 A, con lo cual podemos olvidarnos del valor 0,0375 Ω, recordando, no obstante, que la diferencia de voltaje entre la dínamo y la batería no debe sobrepasar 0,75 V cuando pasa la intensidad mencionada (20 A).

Uso del voltímetro. La comprobación se realiza sin funcionar el regulador de voltaje y consiste en ir aumentando, con el amperímetro como vigía, la velocidad de la dínamo hasta que la corriente indique un valor de 20 A. Sólo debe funcionar el sistema de ignición, estando apagadas las lámparas e inactivo todo consumidor de electricidad. Así las cosas, con un voltímetro de una escala de, a lo sumo, 10 V, de muy buena calidad (alta resistencia en su bobinaje, para tener lecturas exactas), comprobar el voltaje que tiene la dínamo y la batería, haciendo contacto directamente en sus mismos bornes, no en conexiones o cables, comprobando si la diferencia es de 0,75 V:

$$\text{tensión dínamo} - \text{tensión batería} = 0{,}75\ \text{V}.$$

Si es mayor que 0,75 V, hay conexiones mal hechas, las cuales, ofreciendo una resistencia suplementaria, aumentan la caída de tensión mencionada.

Para localizarla se procede midiendo el voltaje existente entre dos puntos, pinchando con las puntas de acero del comprobador voltimétrico. Conviene medir si entre el armazón del conjunto del disyuntor y la masa de la dínamo (si sobre ella está montado) hay voltaje, lo mismo que entre el cable del acumulador y el chasis, lo cual demostraría que existe un efecto de resistencia debido al mal contacto; esto mismo sucede entre el borne de la batería y el terminal correspondiente, etcétera, en todos los casos tenemos que

$$\text{voltaje} = \text{resistencia del mal contacto} \div \text{intensidad}.$$

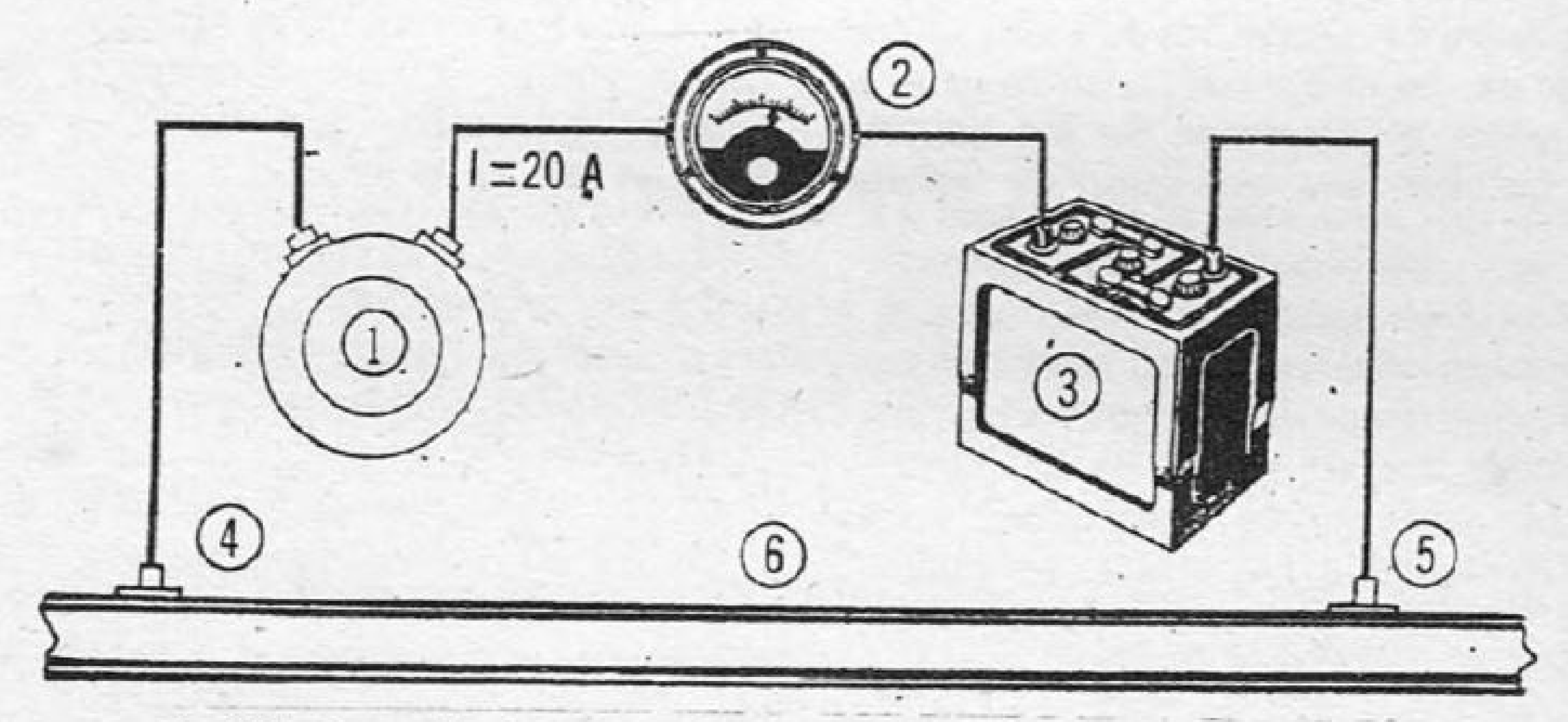


Fig. 187. Comprobaciones con el amperímetro en el circuito del chasis.

Este voltaje es el valor que nos indica el voltímetro, y de su magnitud podemos deducir la importancia de la avería, desde el momento en que, si la corriente de prueba es de 20 A, tenemos que:

resistencia del mal contacto =
= voltaje señalado ÷ 20 A.

Los malos contactos producidos por conexiones flojas, corrosión de las superficies en contacto, oxidación etcétera, son sumamente perjudiciales debido a la tensión que generan. Así, una resistencia excesiva entre la batería y el regulador produce como resultado que éste se pone en funcionamiento como si el acumulador estuviese cargado, reduciendo la intensidad de carga aunque la batería esté muy descargada; una resistencia excesiva entre la dínamo y el regulador (si la base del conjunto disyuntor-reguladores no hace buen contacto con la masa) hace que la tensión generada pueda adquirir valores de tal magnitud que lleguen a perjudicar el devanado de los bobinajes, sin que esa elevación de voltaje se ponga de manifiesto en el resto del circuito comprendido entre la dínamo y la batería; un aumento de resistencia en cualquier parte del circuito de carga (mal contacto entre el chasis y la batería, suciedad en los bornes de la batería, etcétera) puede ocasionar una elevación de voltaje que sea capaz de quemar los contactos del regulador.

Lo que se acaba de explicar en este parágrafo es de primera importancia, a tal punto que es opinión entre los más expertos técnicos de la industria automotriz que más del 80 % de las averías eléctricas de los automóviles son debidas al mal contacto de las conexiones, ocasionadas por la constante vibración del coche, trepidaciones, suciedad, variaciones de temperatura, etcétera, todo lo cual hace que, con el tiempo, las mejores y más seguras conexiones se aflojen y den lugar a que los instrumentos y equipos eléctricos conectados en estos circuitos sufran averías debidas a los voltajes excesivos que en tales circunstancias se producen.

Capítulo XVIII

COMPROBACION Y AJUSTE DEL CIRCUITO DE CARGA

154. Advertencia preliminar

En este capítulo vamos a describir los métodos y procedimientos que se emplean para verificar el estado de la instalación de los coches comprendida desde la dínamo hasta la batería. Se explica la comprobación del disyuntor y reguladores de voltaje e intensidad, su **arreglo de urgencia** y las observaciones que deben tenerse en cuenta para que el circuito de carga siga funcionando. Aunque los procedimientos explicados a continuación son los que generalmente se aplican en la práctica diaria, advierto a los electricistas especializados en automóviles que el ajuste de los instrumentos de regulación debe hacerse siguiendo las normas que indicamos en el capítulo siguiente, **en todos sus detalles,** y que sólo queda justificado proceder en la forma que ahora vamos a describir cuando se requiere un arreglo momentáneo.

Estadísticas bien controladas demuestran que el 40 % de las averías de los automóviles son causadas por el conjunto de la instalación eléctrica y que el 80 % de estas 40 averías sobre 100 son debidas al circuito de carga. Por consiguiente, de cada 1 000 coches con averías, 320 tiene defectuoso el conjunto del circuito dínamo-batería; esto justifica que en esta obra le dediquemos varios capítulos íntegros explicando cuánto puede suceder y cómo arreglarlo.

Las instrucciones siguientes se refieren a todos los automóviles, queriendo significar con ello que pueden aplicarse a los coches antiguos y modernos, es decir, los que tienen diversos reguladores, termostatos, etcétera.

155. Importancia del amperímetro

Se puede diagnosticar con bastante certeza si algún elemento del sistema generador de la corriente (desde la dínamo hasta los bornes de la batería) no funciona correctamente observando las indicaciones del amperímetro colocado en el tablero de los instrumentos. Entre otras, se obtienen las conclusiones inmediatas siguientes:

a) Si estando el motor del auto en funcionamiento, y por lo tanto la dínamo, se observase que la aguja del amperímetro no está quieta en un valor determinado, sino que se mueve constantemente, sería señal de que entre colector y escobillas hay contactos intermitentes, que deben arreglarse. Puede también ser causa de la anomalía indicada que el disyuntor tenga los contactos sucios, lo mismo que los del regulador de tensión o de intensidad.

b) Si cuando la batería está en carga, se observa que el amperímetro marca una intensidad exagerada, la tercera escobilla está en una posición

incorrecta o la tensión del resorte del disyuntor (relay) es demasiado fuerte.

c) Una indicación de que la batería se carga a una tensión inferior a 6,5 V debe corregirse por existir el peligro de que ésta se descargue sobre la dínamo, haciéndola funcionar como motor. La causa de la anomalía está en que el contacto del disyuntor se cierra a una tensión demasiado baja.

En fin, por lo que iremos viendo, nunca se recomendará bastante observar las lecturas del amperímetro; acusa todo lo que sucede en el sistema eléctrico del auto y, si se saben interpretar debidamente sus lecturas, se puede acudir a arreglar las anomalías antes que éstas perturben la marcha del automóvil.

156. Comprobación del disyuntor

Empezaremos por verificar el funcionamiento del disyuntor, que, según sabemos, es una verdadera válvula eléctrica que permite el paso de la corriente hacia la batería cuando la presión eléctrica (voltaje) de la dínamo es de unos 7,8 V, por ejemplo, y se abre, interrumpiendo el circuito, cuando la dínamo (al disminuir su velocidad) genera una tensión menor de 6,5 V. Estos valores (7,8 V y 6,5 V) se dan sólo a título ilustrativo, para fijar las ideas con cantidades, pero cada tipo de batería exige que los instrumentos de control funcionen a valores específicamente determinados.

Admitamos que debemos inspeccionar el circuito de carga de un coche que nos han presentado. Procederemos, por etapas, en la forma siguiente:

a) Pare el motor del coche y observe los contactos del disyuntor. Mire si están limpios o torcidos, arreglándolos, si es necesario, en una forma similar a los del distribuidor.

b) Ponga el motor en marcha moderada y observe si los contactos cierran. Si no es así, aprételos con los dedos y vea si el amperímetro acusa carga de la batería.

c) Con el motor del coche parado, y por lo tanto la dínamo, desconecte el cable del interruptor que está conectado al terminal marcado BAT y en su lugar conecte un trozo de conductor con aislamiento; otro trozo similar de alambre se conectará a la masa, estando ambos conectados a un portalámparas; ese dispositivo se utiliza para poner en evidencia, mediante una lamparita de 6 V, el momento exacto en que se cierran o abren los contactos del interruptor.

d) Conecte ahora un voltímetro de escala adecuada (unos 10 V) entre el borne marcado GEN y un buen contacto a la masa. Al conectar el instrumento de medida debe tenerse la precaución de ver cuál es el polo de la batería conectado a la masa: si es el negativo, el mismo polo del instrumento se conectará a la masa, e inversamente. Si la aguja marcase al revés, inviértanse las conexiones.

e) Ponga el motor en marcha y vaya aumentando su velocidad, observando atentamente la lámpara: se encenderá en el preciso instante en que se cierren los contactos, lo cual se caracteriza por oírse un clic. La lámpara se apaga al dejar de actuar el interruptor, o sea, cuando se separan los contactos. Lo principal de esta fase de la revisión consiste en apreciar, exactamente en el instante que se cierra el interruptor (cuando se enciende la lámpara), cuál es el valor del voltaje: debe estar comprendido entre 7 y 7,5 V. Para saber el valor exacto debe consultarse el libro de instrucciones del fabricante.

Con estas pruebas se determina si la falla está en la dínamo, en el interruptor o en la batería.

157. Ajuste del disyuntor

Tiene por objeto establecer o interrumpir el circuito entre la dínamo y la batería de acumuladores. Es necesario, pues, que se cierre cuando la tensión que produce la dínamo sea superior a la de la batería y que se

abra en el caso contrario, a fin de evitar que se descargue a la generatriz.

El cuidado del disyuntor se divide en dos partes esencialmente distintas. Una es puramente mecánica, que consiste en mantener los contactos perfectamente limpios y que sus superficies sean bien paralelas, dispuestas perpendicularmente a su dirección de abertura. La otra condición, la eléctrica, consiste en graduar las aperturas y cierres de manera que se produzcan en los momentos precisos.

Ajuste mecánico. La parte mecánica de ajuste de los contactos consiste en que su separación sea del orden de 6 centésimas de milímetro, es decir que casi se toquen. En estas condiciones se deben ver la dos caras bien paralelas, de lo contrario es preciso pasar entre ellas papel de lija muy fino y, con extremo cuidado, hacer que se cumpla esta condición. La distancia de separación mencionada se ajusta mediante una delga especial, que se entrega con las herramientas del coche. Mediante unas pinzas se flexa convenientemente la lámina del disyuntor, de manera que la delga pase justa entre los contactos.

Ajuste eléctrico. Para regular la apertura y cierre de los contactos en los momentos precisos, procédase de la siguiente forma:

a) Colocar un voltímetro, de escala hasta unos 10 V, entre el borne correspondiente a los contactos del interruptor y la masa. Si se observase que el instrumento marca al revés, deben invertirse las conexiones del voltímetro (fig. 188).

b) Vaya aumentando la velocidad del motor de explosión y observe el valor del voltaje en el instante de cierre de los contactos del disyuntor: debe ocurrir cuando marca 7 V o, como máximo, 7,5 V. Si se necesitase aumentar estos valores, se aumenta la pre-

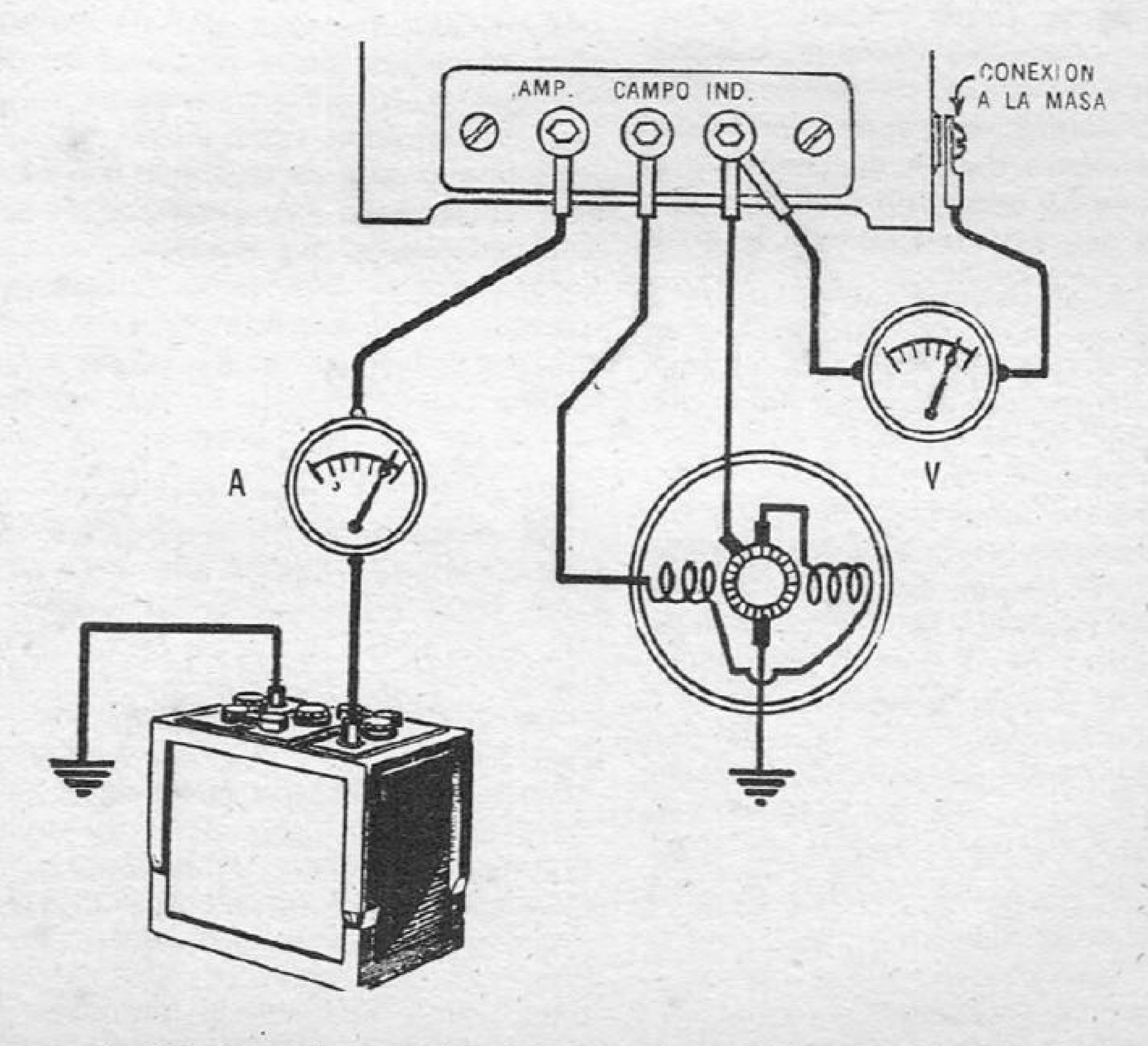


Fig. 188. Forma de comprobar el funcionamiento del disyuntor de la dínamo.

sión del resorte, o inversamente. La intensidad de la corriente, señalada por el amperímetro del tablero, debe estar comprendida entre 1 y 3 A, debido a que, además de la corriente de carga, señala la que consume el sistema de ignición. Ahora bien, si el disyuntor cierra demasiado pronto, como la tensión de la dínamo es inferior a la de la batería, el amperímetro señalará descarga; en cambio, si cierra demasiado tarde (tensión superior a 8 V), el amperímetro marcará más de 3 A.

c) Disminuya la velocidad, con lo cual desciende el valor de la tensión producida por la dínamo. Observe, cuando se abren los contactos, el valor de la tensión y de la intensidad. El funcionamiento óptimo viene indicado cuando la apertura se efectúa al señalar el amperímetro una intensidad cero, con los mismos valores de voltaje que los indicados en el cierre. Si los contactos se abren demasiado pronto, el amperímetro marcará una corriente de carga, mientras que si se abren demasiado tarde, se observará que señala una corriente de descarga. Sin embargo, si el amperímetro señala menos de 2 A de descarga, el ajuste no es incorrecto si tenemos en cuenta que está funcionando el sistema de ignición.

A veces debe ajustarse el interruptor sin estar conectado a la dínamo, en el banco de pruebas. Para ello, procédase de la siguiente forma: 1) se conecta una batería de 6 V entre el borne de contactos y la masa (no debe cerrarse el interruptor); 2) conéctese ahora, en serie con la batería, una pila seca de 1,5 V, es decir, el positivo de la batería con el negativo de la pila, teniendo entonces libres el negativo de la batería y el positivo de la pila seca; 3) al conectarlos a los bornes del disyuntor, deben cerrarse los contactos, por disponerse ahora de una tensión de 7,5 V.

Este procedimiento es más bien de comprobación; el verdadero ajuste debe hacerse conectando el disyuntor a la dínamo y, mientras va variando su velocidad, observando los valores de la tensión y las indicaciones del amperímetro, como antes hemos explicado. La puesta a punto del disyuntor debe hacerse siguiendo las indicaciones específicas de las características del tipo que se esté ajustando, las cuales se acompañan en las instrucciones de los fabricantes; no obstante, vamos a indicar a continuación las fallas de abrirse y cerrarse oportunamente para completar estas instrucciones de arreglo rápido.

El disyuntor cierra con adelanto. Si después que el disyuntor se ha cerrado el amperímetro indica paso de corriente, es señal de que el cierre se efectúa con adelanto. Lo que sucede es que vibran las puntas y hacen contactos intermitentes durante el tiempo en que la tensión de la dínamo es inferior a la de la batería. Este efecto es debido a que el resorte que separa el vibrador no tiene la debida fuerza, siendo necesario aumentar su tensión. Esto se consigue ajustando el punto de apertura de las puntas de manera que se cierren en el preciso instante en que la intensidad tenga el valor que corresponda, debiéndose verificar que la corriente de inversión que pasa por el devanado amperimétrico, de pocas espiras, no sea excesivo. Lo que debe hacerse con sumo cuidado es ajustar: a) la distancia entre las puntas de interrupción; b) la distancia entre el núcleo y la armadura, utilizando las láminas calibradas que proporciona el fabricante.

El disyuntor cierra con retraso. Si el amperímetro señala una carga muy por sobre la normal en el momento de cerrarse las puntas de contacto, es señal que el disyuntor se cierra con retraso. Esto es debido a que la armadura es atraída con un exceso de fuerza por el resorte; el remedio consiste en regular esta fuerza de manera que las puntas se cierren en el momento que pase la intensidad correspondiente.

El disyuntor se abre con adelanto. Si en el momento de abrirse las puntas

el amperímetro sigue marcando paso de corriente, es que el disyuntor se abre adelantado. La causa es que está desajustado y, para arreglarlo, es necesario: a) que las puntas de contacto se abran en el instante preciso; b) regular la tensión del resorte de la armadura para que éste actúe con el valor de corriente que le corresponde en el instante de cerrar las puntas; c) calibrar las distancias entre las puntas, así como entre el núcleo del electroimán y la armadura. Una vez hechas estas verificaciones compruébese si el disyuntor ya se ha arreglado, para lo cual se pone el motor funcionando a gran velocidad y entonces se va disminuyendo lentamente, observando el momento en que se separan las puntas, el cual debe corresponder a cuando el amperímetro señala el valor apropiado de la intensidad de carga.

El disyuntor se abre con retraso. Se pone de manifiesto cuando, antes que se abran las puntas, el amperímetro indica una corriente de inversión excesiva. La causa reside en que se ha roto o está flojo el resorte antagónico de la armadura del disyuntor, o bien que el disyuntor no tiene el ajuste correspondiente. Es necesario, para que todo vuelva a ir bien, cambiar el resorte si se ha roto, ajustar su tensión si está flojo y tratar de ajustar el disyuntor; si se viese que esto no es posible, no queda otro recurso que cambiarlo por otro nuevo.

En los cuatro casos que se han considerado es necesario efectuar las siguientes operaciones: 1) **limpieza y alineación de los contactos**, es decir, asegurarse que se presenten en prolongación, bien enfrentados, y que sus superficies estén bien limpias y que toquen totalmente entre sí; este ajuste puede hacerse utilizando papel de lija muy fino, restregándolo previamente para hacer desaparecer sus granulaciones y asperosidades; en estas condiciones se coloca entre las puntas y se desliza, apretando suavemente los contactos con los dedos; esta operación debe hacerse con gran delicadeza y muchísima atención, pues si los contactos no reúnen la doble condición de alineamiento y paralelismo de las superficies, se reduce el área de contacto, lo cual tiene como consecuencia un aumento de densidad de la corriente y, por ende, un recalentamiento de los contactos; 2) **comprobación del funcionamiento**, lo cual se realiza haciendo funcionar el motor a distintas velocidades y viendo si el disyuntor y el regulador de voltaje funcionan debidamente, para lo cual se procederá primero a ir aumentando el número de revoluciones hasta alcanzar una velocidad elevada, la que luego se va disminuyendo y al mismo tiempo controlando el amperímetro para ver si el disyuntor y el regulador de voltaje actúan normalmente.

158. Ajuste del regulador de tensión

Ya sabemos que tiene por objeto regular el voltaje que genera la dínamo de acuerdo con las condiciones de carga de la batería; cuando ésta está descargada o bastante descargada, la corriente que se envía a los acumuladores aumenta, y cuando está cargada, disminuye.

Para ajustar un regulador de tensión a vibrador se procede de la siguiente forma:

a) Se empieza por desconectar el borne que viene del amperímetro (figura 189), y en su lugar se conecta uno de los dos bornes de un voltímetro de una escala de 0 a 10 V. Cuando ponga en marcha la generatriz, verá si el voltímetro está debidamente conectado; si marcase al revés, debe invertir las conexiones. Esta observación es muy importante porque ciertas dínamos tienen el polo + conectado a la masa y otras el polo −.

b) Se pone la generatriz en marcha y se mira la polaridad del voltímetro; si está bien, se va aumentado la velocidad de la máquina, observando las lecturas del instrumento de medición.

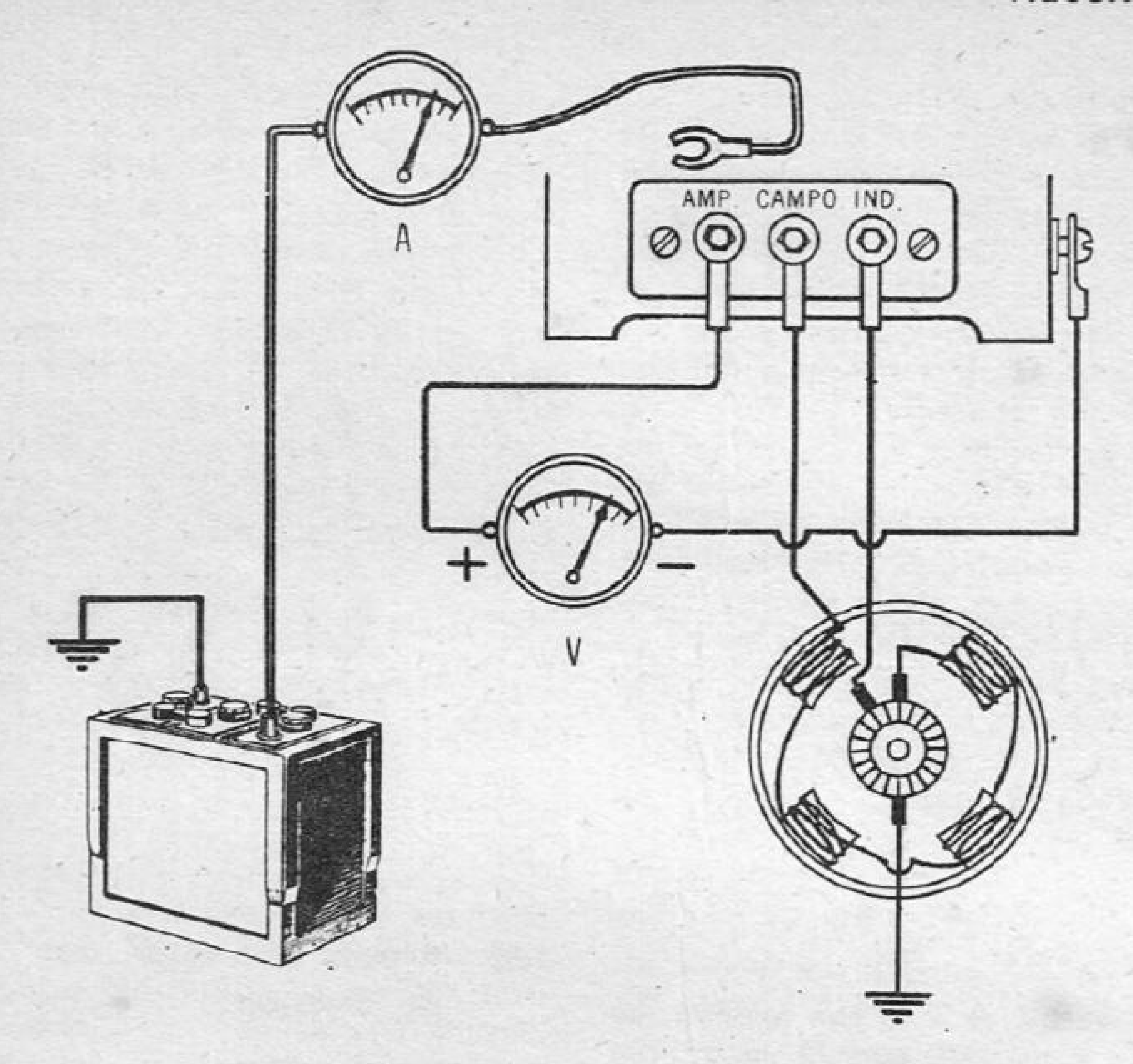


Fig. 189. Ajuste del voltaje del regulador de tensión.

c) Mediante el dispositivo, que tenga el aparato regulador de tensión, se gradúa de manera que el contacto se cierre cuando la tensión sea de unos 7,5 V. Generalmente es un tornillo que, por medio de una palanca, actúa contra un fuerte resorte que establece los contactos (fig. 190).

d) El valor 7,5 V indicado, se entiende cuando la temperatura es de unos

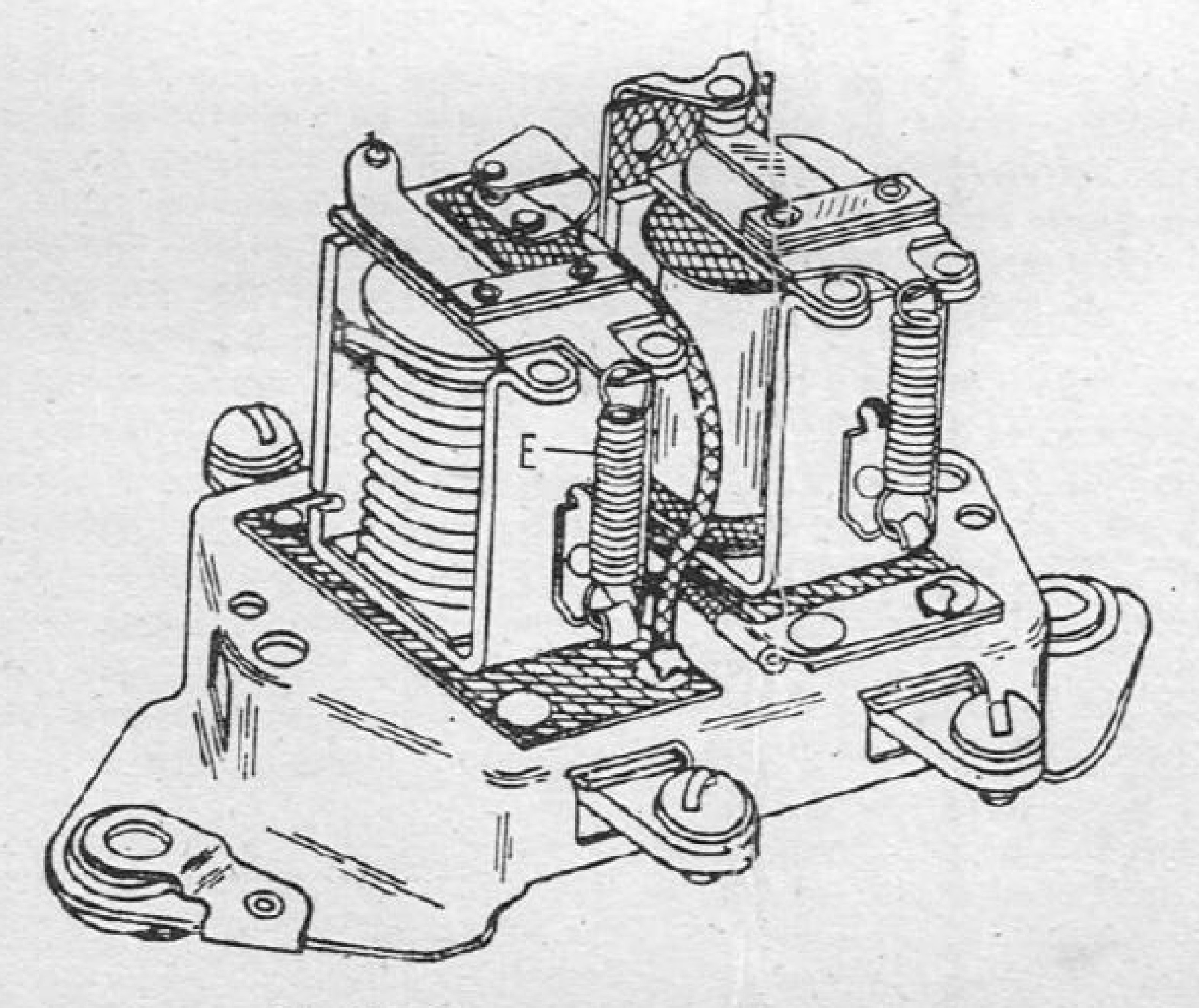


Fig. 190. Disyuntor y regulador de tensión.

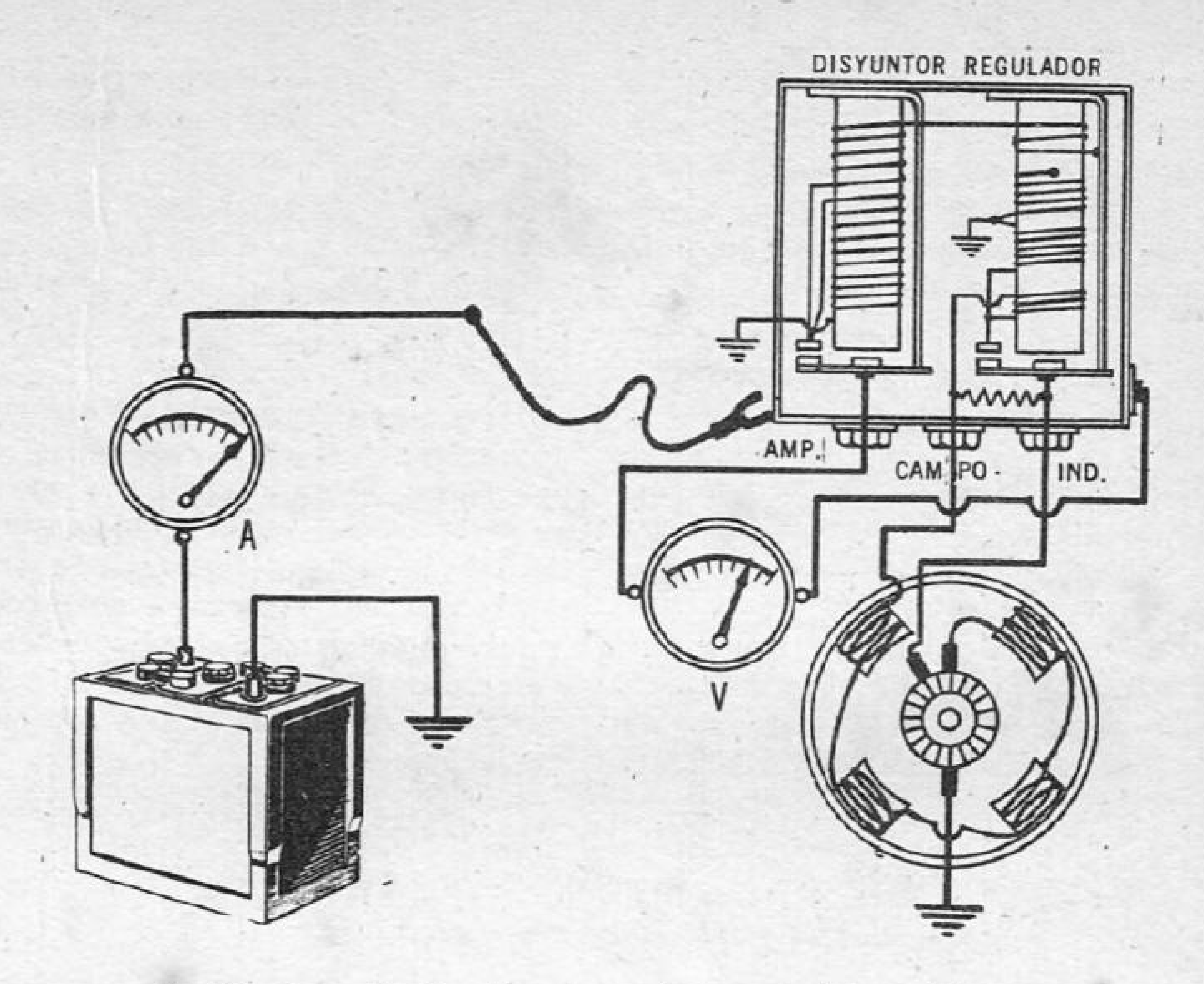


Fig. 191. Comprobación del contacto de la masa del regulador.

20° C, si es mucho más elevada, unos 80° C (que es cuando funciona el termostato), es necesario aumentar la tensión uno o dos décimas de voltio; un ajuste a unos 7,7 o 7,8 V es el correcto.

e) Según se ve en la figura 191, el circuito se establece a través de la conexión de la masa. Por lo tanto, debe cuidarse que la caja que contiene el regulador de tensión haga un excelente contacto con la carcaza de la

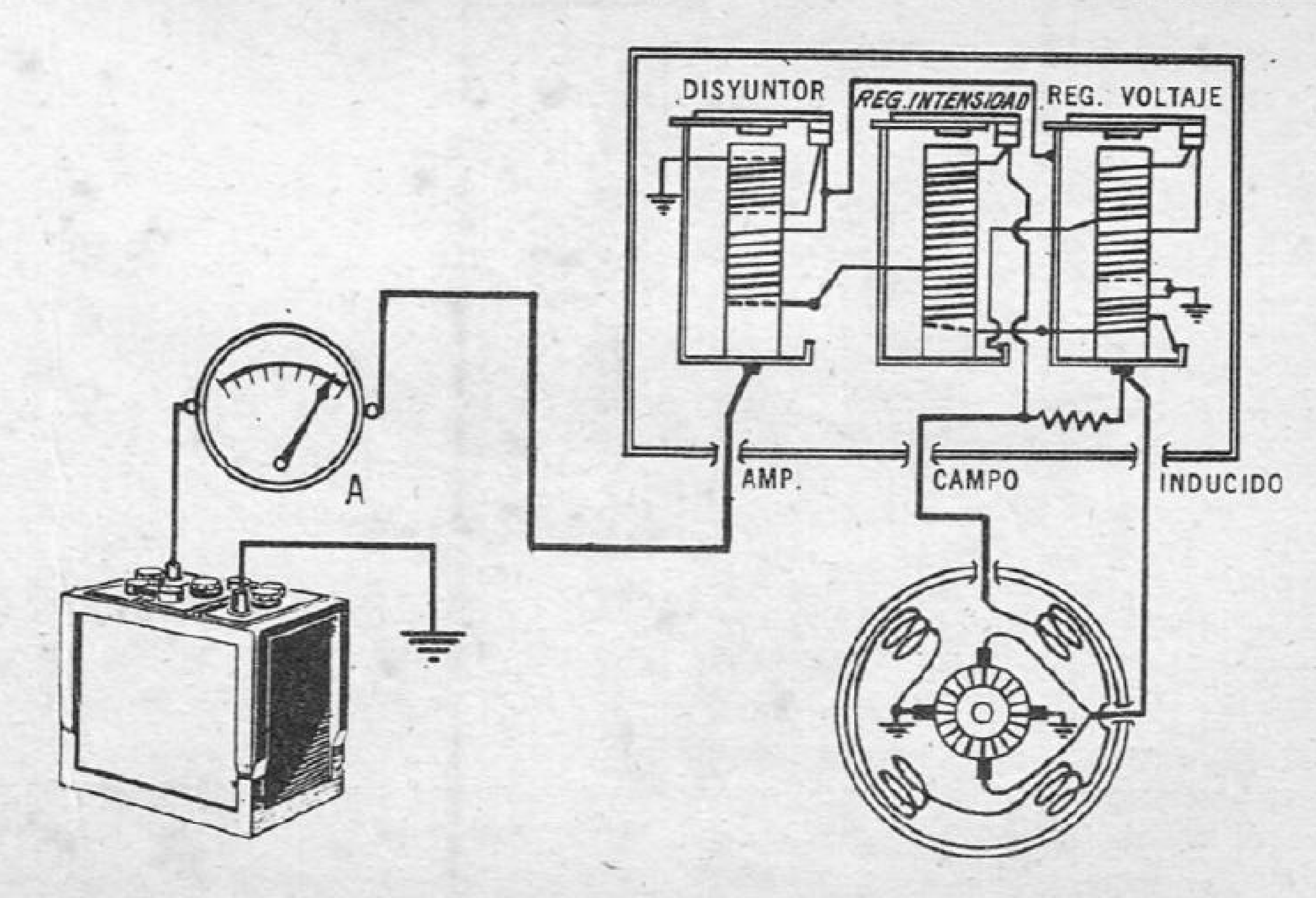


Fig. 192. Regulador de tres unidades y comprobación de la intensidad.

dínamo; si el regulador de voltaje se ajusta en el banco de pruebas y está separado de la generatriz, entonces debe utilizarse un cable que haga el oficio de conexión a la masa entre la dínamo y la caja del regulador.

159. Ajuste del regulador de intensidad

Si la dínamo no es del tipo de tercera escobilla, tanto la tensión como la intensidad están reguladas exteriormente y el equipo regulador está compuesto de tres unidades, contenidas en una misma caja (fig. 192) compuestas de disyuntor (relay), regulador de voltaje y regulador de intensidad.

figura 193. Este instrumento debe ser de excelente calidad y graduado hasta en fracciones de amperio.

b) Cerrar los contactos del regulador de tensión por medio de una cuña, etcétera, y mantener así mientras dure la operación de ajuste del regulador de intensidad.

c) Se pone en marcha la dínamo y se observa cuál es la lectura del amperímetro. Si es inferior a la que debe proporcionar, según las indicaciones del fabricante, debe ajustarse a dicho valor; una vez alcanzado, se procede a que el interruptor funcione con la intensidad adecuada al tipo de generatriz que se emplea y a la capacidad de la batería.

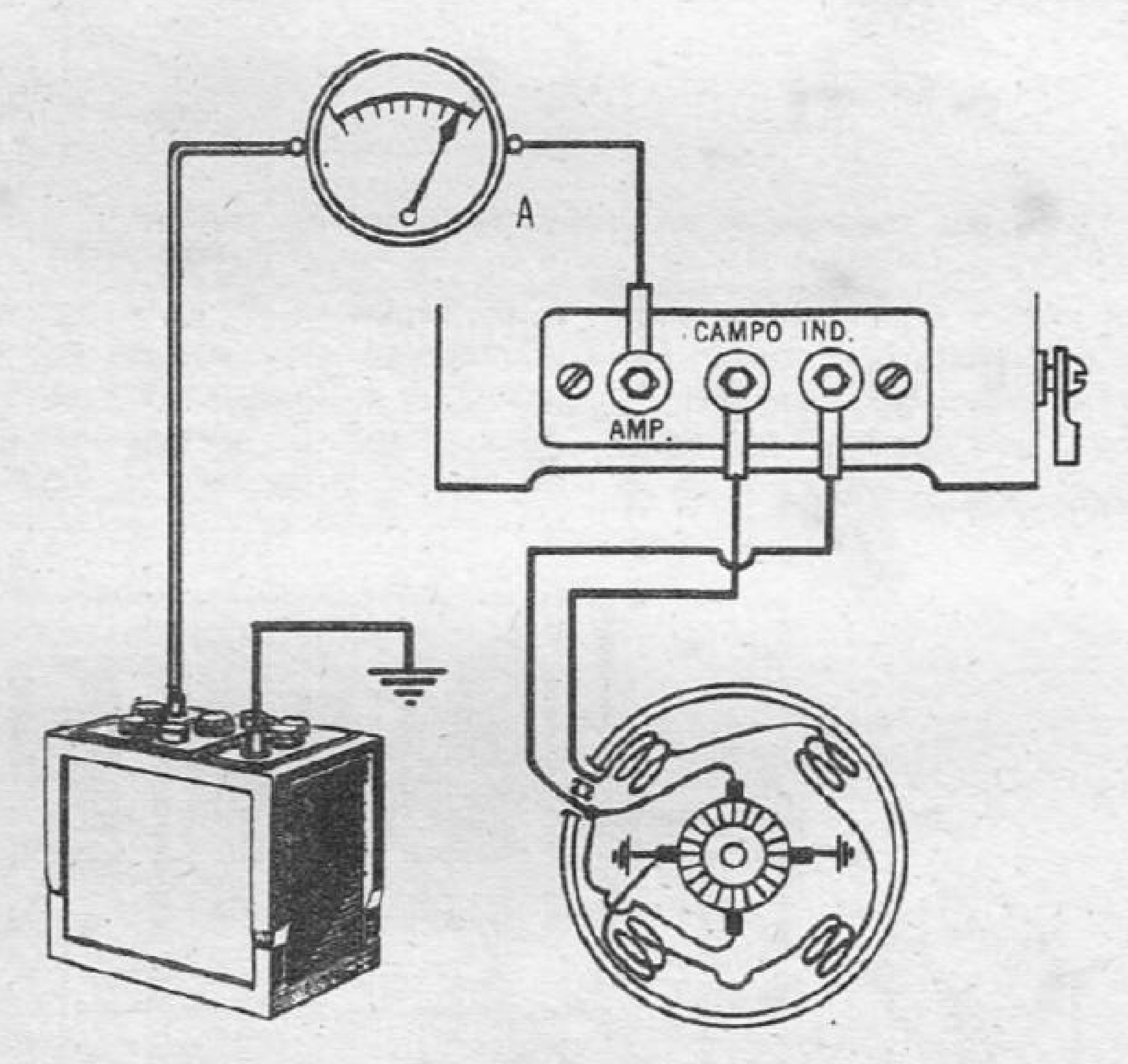


Fig. 193. Comprobación del valor de la intensidad del regulador.

Para el ajuste de un regulador de intensidad procédase de la siguiente forma:

a) Se empieza por desconectar el borne del amperímetro colocado en el tablero de los instrumentos, colocando otro en su lugar, realizándose entonces las conexiones que indicamos en la

d) La distancia de los contactos debe ser la que indica el fabricante, usándose a este efecto la delga o calibre correspondiente.

e) Una vez obtenido que el contacto se cierre en el momento preciso, debe asegurarse la tuerca o el dispositivo de fijación que tenga el contacto, para

que no se desplace durante el funcionamiento del regulador.

160. Ajuste del disyuntor

Es necesario efectuar tres comprobaciones y ajustes para que un relay (pronúnciese relé) quede en perfectas condiciones de funcionamiento: a) separación entre el núcleo y la armadura; b) punto de apertura de los contactos; c) tensión en que se efectúa el cierre.

Para hacer estas comprobaciones es indispensable utilizar los calibres que proporciona el mismo fabricante de los instrumentos que se están ajustando: disyuntores, reguladores de voltaje e intensidad, etcétera. Si no se procede de esta forma, se hará un mal trabajo y se estropearán órganos vitales de la instalación eléctrica del coche como consecuencia del mal funcionamiento de los instrumentos.

a) **Separación entre núcleo y armadura.** Se coloca la lámina calibrada entre el núcleo y la armadura vibratoria del disyuntor, una vez hecho lo cual se aprieta con el dedo índice dicha armadura y se observa si los contactos se tocan bien, estableciendo un buen circuito. Si tal cosa no sucede, es necesario proceder a su ajuste, lo cual se consigue aflojando los dos tornillos destinados a este fin, desplazando el conjunto del equipo móvil en el sentido conveniente, según que el contacto falte o sea excesivo; colocando debidamente los contactos para que queden bien alineados y, finalmente, apretando con sumo cuidado los dos tornillos para que la armadura vuelva a quedar bien asegurada.

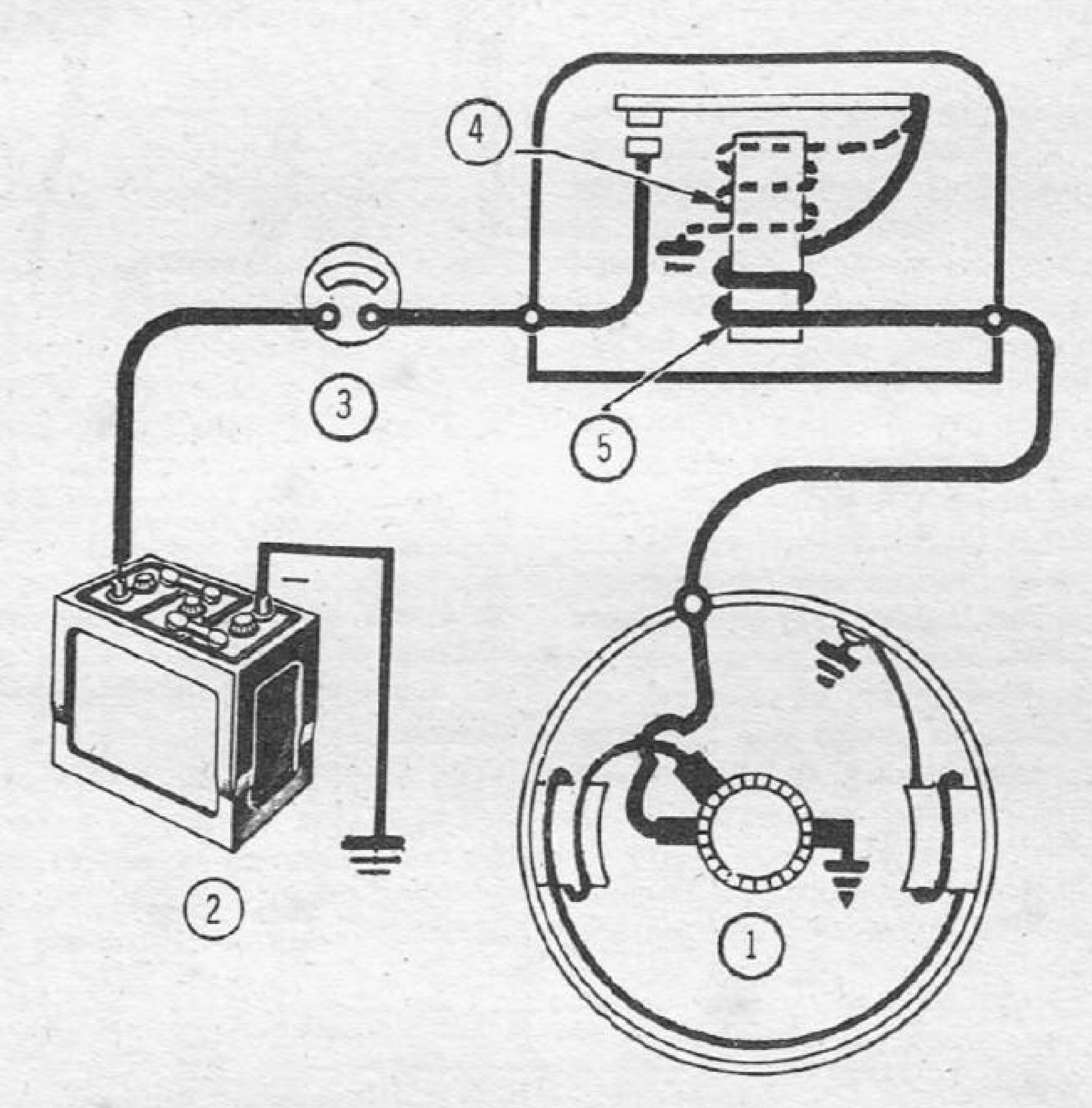


Fig. 194. Esquema de una dínamo de un disyuntor y de una batería: (1) dínamo con tercera escobilla; (2), batería, (3) amperímetro; (4) devanado en paralelo; (5) devanado en serie (cortesía DELCO-REMY).

b) **Punto de apertura de los contactos.** Colocar la lámina calibrada entre las puntas y ver si están separadas la correspondiente distancia. De no ser así, con las pinzas especiales doblar con mucho cuidado la parte suplementaria de la armadura que contiene la punta superior, procediendo poco a poco, hasta obtener el ajuste correspondiente. Esto debe hacerse con sumo cuidado para evitar que la correcta separación entre el núcleo y la armadura, obtenida con el ajuste anterior, no se altere; comprobarla con la lámina calibrada.

c) **Ajuste de la tensión de cierre.** La comprobación se realiza (fig. 195) conectando un voltímetro entre los bornes GEN y masa del disyuntor. El instrumento de medición debe ser del tipo de bobina móvil, es decir, un aparato de calidad; de lo contrario, las mediciones no tienen valor. Todo así preparado, poner el motor en marcha lenta e ir aumentando poco a poco su velocidad hasta que se abren los contactos; reparar con gran atención cuál es el valor del voltaje cuando esto ocurre y ver si es el que corresponde para que la batería se cargue correctamente. Para ajustar el valor del voltaje se dobla la lámina que actúa de resorte: hacia arriba si hay que aumentar la tensión del resorte y el voltaje en que se efectúa el cierre de los contactos, y hacia abajo si se quiere obtener un cierre de contactos con un voltaje menor. Cada vez que se efectúa un ajuste de esta clase es indispensable parar el motor (y por lo tanto la dínamo), volver a ponerlo en marcha, ir aumentando la velocidad paulatinamente y comprobar si la apertura de los contactos se efectúa cuando el voltaje tiene el valor que corresponde; si hubiese alguna discrepancia,

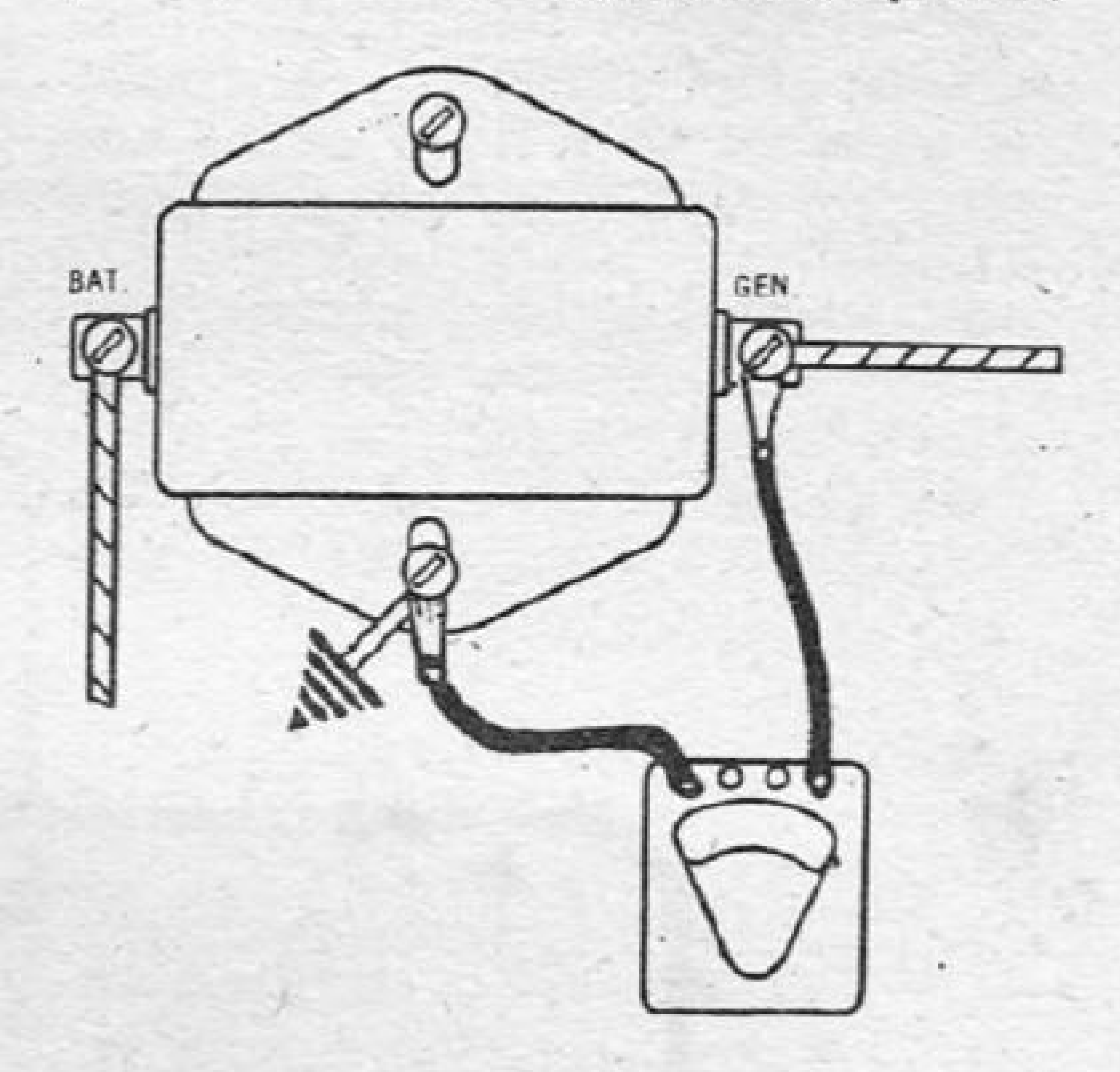


Fig. 195. Ajuste del puente de voltaje de cierre de un disyuntor (cortesía DELCO-REMY).

no queda otro recurso que volver a efectuar el ajuste que fuese necesario, siguiendo las instrucciones mencionadas.

Los otros tipos de disyuntores utilizados en los circuitos de los faros, bocinas, motor de arranque, etcétera, se comprueban y ajustan en una forma similar a la que se acaba de indicar.

Capítulo XIX

REGULADORES COMBINADOS DE VOLTAJE E INTENSIDAD

161. Descripción general

La Delco-Remy construye un regulador combinado, representado en la figura 196, que sirve para los autos, y otro similar destinado a tractores industriales y agrícolas, motores fijos, etcétera. Aunque exteriormente son iguales, sus circuitos son distintos, no pudiéndose intercambiar; nos ocuparemos solamente del tipo empleado en los automóviles.

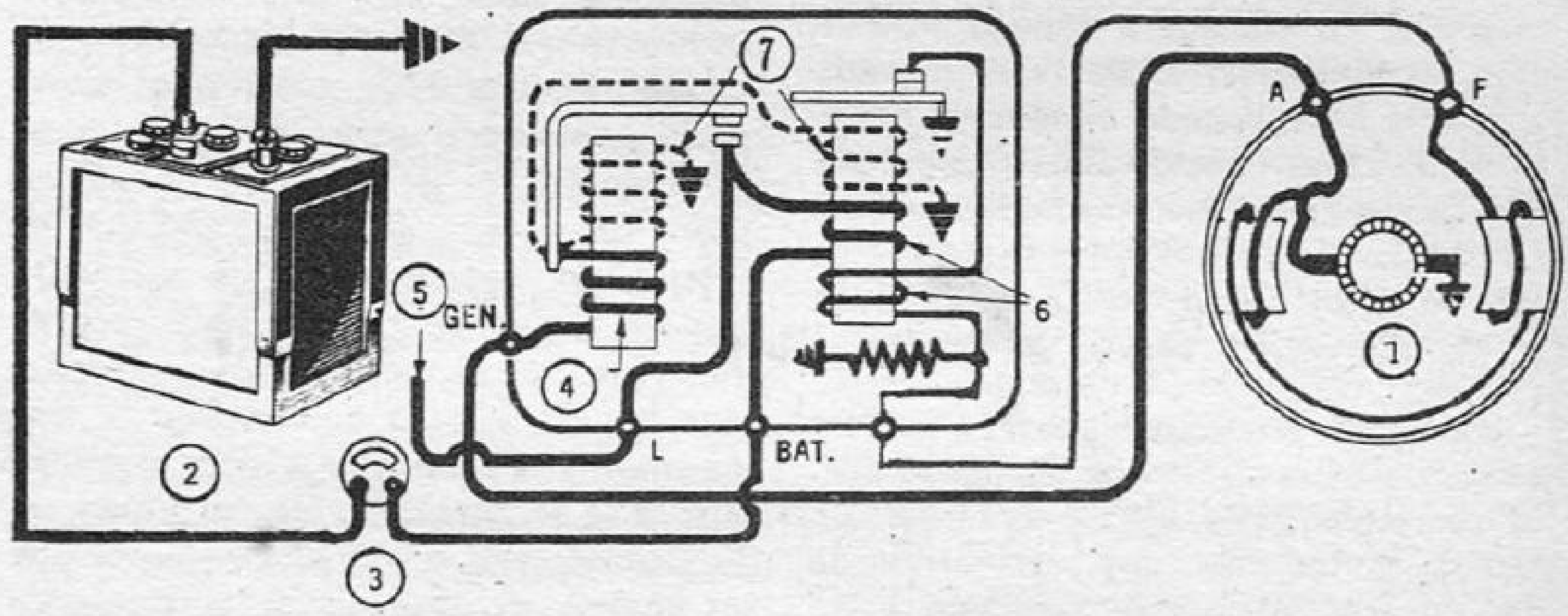


Fig. 196. Disyuntor y regulador combinado de tensión e intensidad: (1) dínamo; (2) batería; (3) amperímetro; (4) devanado en serie; (5) al circuito de carga (luces, etcétera); (6) devanados en serie; (7) devanados en paralelo (cortesía DELCO-REMY).

Esta unidad consiste de dos elementos: el disyuntor y el regulador mixto, el cual tiene dos devanados: uno gradúa el voltaje y el otro la intensidad. El conjunto está montado sobre soportes de caucho para amortiguar las vibraciones que le comunicaría la trepidación del coche.

162. Acción del disyuntor

El funcionamiento es igual que en los otros modelos ya descritos: el devanado de muchas espiras de hilo delgado está permanentemente en derivación con la dínamo y por él pasa cuando la tensión es suficiente, una intensidad que crea un campo magnético capaz de atraer la armadura, cerrando así el circuito de carga (dínamo-batería). Al pasar ahora esta corriente por el devanado de pocas espiras de alambre grueso, se refuerza el campo y la armadura queda bien adherida, pero cuando la dínamo disminuye su velocidad, el sentido de la corriente se invierte, despolarizando el núcleo del disyuntor y acelerando el proceso de separación del núcleo, con lo cual

se abren los contactos que establecen el circuito de carga y así la batería queda desconectada de la dínamo.

163. Acción del regulador

Sobre el núcleo hay tres devanados: uno en derivación (punteado); otro en serie, por el cual pasa la corriente de carga (central, con trazo lleno y grueso), y, finalmente, el tercero, colocado en el extremo inferior del núcleo. Cada uno de estos devanados tiene una misión bien definida: el punteado es el bobinaje voltimétrico, hecho con alambre de poca sección y de muchas espiras, que está conectado permanentemente en derivación con la dínamo; el devanado amperimétrico de carga conduce la corriente desde la dínamo hasta la batería; el tercer devanado (en serie con el circuito de excitación) es denominado acelerador porque su acción es acelerar la acción de abrir y cerrar los contactos del regulador. Veamos cómo actúan estos tres devanados.

Devanado voltimétrico. Su objeto es desplazar la armadura cuando la tensión de la dínamo es bastante elevada y dejarla libre cuando disminuye debajo de un determinado valor. Obsérvese que la atracción de la armadura produce la apertura de los contactos y la repulsión su cierre, es decir, al revés de lo que ocurre con el disyuntor.

Devanado amperimétrico. En cuanto se cierran los contactos del disyuntor, la corriente pasa por el bobinaje de carga (amperimétrico), reforzando la acción magnética del devanado voltimétrico por tener ambas corrientes el mismo sentido. Este efecto combinado atrae la armadura, abriéndose los contactos del regulador, y así pasa la corriente por la resistencia intercalada en el circuito de excitación; esto produce como efecto una disminuación del voltaje de la dínamo, así como de la cantidad de energía producida por ella. Evidentemente, esto ocasiona una disminución de la corriente de carga y, por ende, de la intensidad magnética del núcleo del disyuntor y del regulador (ambos devanados voltimétricos están en serie), a lo cual se suma la disminución de la corriente del devanado amperimétrico (corriente de carga), dando todo ello por resultado que la armadura del regulador se separa del núcleo y, por lo tanto, los contactos se cierran, quedando, desde ese mismo instante, cortocircuitada la resistencia. Vuelve a repetirse un nuevo ciclo del funcionamiento, tal como hemos descrito anteriormente, reiniciándose un nuevo aumento de la potencia generada por la dínamo, y así sucesivamente, aumentando y disminuyendo la tensión y la intensidad en forma rápida y continuada, mientras funcionan la dínamo y el regulador, obteniéndose así el debido gobierno (control) de la tensión y cantidad de energía eléctrica que entrega la dínamo al circuito de carga.

Devanado acelerador. Entra en funciones cuando los contactos del interruptor se cierran, o sea, cuando se pone en cortocircuito la resistencia adicional; esto hace que aumente la corriente que pasa por las bobinas de campo (excitación), y como el devanado acelerador está en serie, pasa también por él la corriente de excitación, dando ello por resultado que el núcleo del regulador se ve reforzado por un nuevo aporte del flujo magnético que, adicionado al que ya producen los devanados voltimétrico y amperimétrico, tiene por efecto acelerar aún más la atracción de la armadura. Evidentemente, en cuanto se abren los contactos se interrumpe la corriente del devanado acelerador, lo cual disminuye el flujo magnético del núcleo, favoreciendo que el resorte atraiga más rápidamente la armadura y cierre con mayor celeridad los contactos. El resultado de introducir el circuito acelerador es que la armadura vibra más rápidamente, favoreciendo la obtención de un valor medio de la tensión variable que genera la dínamo, debido a las irregularidades de su marcha.

164. Efectos de la temperatura

Puesto que la resistencia de los conductores eléctricos[1] varía con su temperatura, es natural que cuando el regulador está frío, ofreciendo sus devanados menos resistencia, pasa mayor intensidad (I = V/R). Este fenómeno da por resultado que la tensión que se necesita para forzar una determinada intensidad (régimen de carga de la batería) varía según la temperatura del regulador, lo cual es un inconveniente, puesto que no puede ser compensado por este mecanismo. Por lo tanto, a medida que se va calentando el regulador, sus devanados aumentan de resistencia, y para el mismo voltaje de la dínamo la intensidad de carga iría disminuyendo si no se intercalase un compensador de temperatura, formado por una lámina bimetálica dispuesta en la armadura del regulador; su acción es tal que aumenta la fuerza del resorte antagónico de la armadura cuando el regulador está frío y la disminuye a medida que se va calentando; se ha encontrado, prácticamente, que esto compensa satisfactoriamente los efectos debidos a los cambios de temperatura, del aumento de la resistencia eléctrica de los devanados.

Observación importante. Cuando empieza a funcionar el regulador, no actúa debidamente el compensador de temperatura, necesitándose unos 15 minutos para que se estabilice su funcionamiento, lo que es debido a que se requiere un cierto tiempo hasta que el conjunto regulador-compensador adquiera una temperatura uniforme; esto es particularmente cierto en la parte profunda de los devanados, en el núcleo, etcétera. A partir de entonces se obtiene un valor de intensidad y voltaje estables.

165. Regulación compensada

Hay que tener en cuenta un efecto no siempre bien comprendido del regulador combinado de tensión e intensidad, y es que su funcionamiento es compensado automáticamente. Esto quiere decir que el voltaje disminuye a medida que va aumentado el régimen de carga; dicho en otras palabras: cuanto más intensa es la corriente que va a la batería, más bajo es el voltaje que pasa por el regulador, y viceversa. Concretándolo a un ejemplo práctico, si una batería de 6 V carga a un régimen de 3 A, observaremos que la tensión es regulada a 7,2 V, pero si la carga se efectúa a 6 A, el voltaje entonces es regulado a sólo 6,6 V.

En forma similar veríamos que todo cambio del régimen de carga es compensado con otro voltaje, el más apropiado para que la batería se cargue en sus condiciones óptimas. De esta manera se cumple la condición expuesta en el parágrafo 141, con el título "Influencia de la batería", cuyo gráfico demuestra la necesidad de que la tensión se ajuste al valor del régimen de carga. El regulador de voltaje e intensidad cumple automáticamente esta delicada misión.

166. Diversas condiciones de funcionamiento

Consideraremos distintas condiciones a que se somete el funcionamiento de los reguladores de tensión e intensidad y normas conducentes a obtener los mejores resultados de su funcionamiento. Debemos considerar: a) efecto de la carga; b) operación de tiempos fríos; c) polaridad de la batería conectada al chasis.

a) **Efectos de la carga.** Cuando hay más demanda de energía (faros y luces encendidas, etcétera) la potencia eléctrica que entrega la dínamo aumenta. Pues bien, el regulador combinado de tensión e intensidad, que estamos considerando tiene un terminal extra, marcado con una L, que está conectado al contacto inferior del disyuntor (relay). Este terminal extra permite que la corriente procedente de la dínamo vaya a alimentar los diversos circuitos (luces, ignición, etcé-

[1] En nuestra *Electrotécnica Industrial* se explica la variación de la resistencia de los conductores con la temperatura con ejemplos prácticos de carácter industrial.

tera) sin pasar por el regulador. Es conveniente poner de relieve en forma preponderante que esta corriente no tiene ningún efecto en el voltaje que opera el regulador, puesto que éste solamente es afectado por la corriente que viene del generador hacia la batería, o viceversa. Por lo tanto, esta conexión L permite un aumento de la cantidad de energía entregada por la dínamo a un valor tal que sea capaz de alimentar la carga suplementaria y, además, producir la corriente necesaria para cargar la batería. Desde luego, es necesario que la suma de esas dos corrientes (carga y batería) no exceda la intensidad máxima que es capaz de entregar la dínamo para una determinada posición de la tercera escobilla y para la velocidad del inducido. En las dínamos que tienen solamente dos escobillas la cantidad de energía depende del número de revoluciones del inducido.

Advertencia muy importante. Nunca debe hacerse funcionar una dínamo con excitación en derivación (shunt) a una velocidad superior que la indicada por su constructor en la plaqueta de sus características. En el caso que estamos considerando de utilizar el borne L para alimentar la carga producida por los faros, etcétera, cuando la dínamo no funciona, la corriente es suplida por la batería, fluyendo a través del devanado amperimétrico y de ahí al borne L, de donde sale para el circuito de las luces. Esta forma de alimentar la carga producida por el sistema de iluminación es peculiar del tipo de regulador combinado de tensión e intensidad que estamos considerando, utilizando al efecto el mencionado borne L.

b) **Operación en tiempo frío.** Cuando en invierno se observase que la batería se descarga con frecuencia, debido al poco uso del coche, es aconsejable aumentar temporalmente el valor de la tensión a que funciona el regulador. El procedimiento más sencillo consiste en desconectar el cable conectado al borne BAT del regulador y reconectarlo al terminal L. Procediendo de esta manera, automáticamente se aumenta la tensión disponible y se incrementa la carga de la batería.

Debe tenerse mucha precaución en emplear este procedimiento solamente durante los tiempos fríos y cuando se usa el coche cortos períodos o poco frecuentemente. Debe volverse a reconectar el terminal del cable al borne señalado BAT tan pronto se va templando el tiempo o el uso del coche vuelve a hacerse en forma normal, de lo contrario la batería recibiría una sobrecarga, deteriorándose.

c) **Polaridad del regulador.** La batería de algunos coches tiene su polo positivo conectado al chasis; en cambio la de otros tiene conectado su polo negativo. Pues bien, es necesario emplear el regulador de polaridad correcta, ya que para cumplir esta condición existen 2 modelos de polaridades distintas; si se emplean equivocadamente, de polaridad contraria, las puntas de contacto se deterioran muy pronto.

167. Normas sobre el regulador y la dínamo

Antes de efectuar ninguna comprobación, conviene tener en cuenta las siguientes normas generales:

1) Las comprobaciones eléctricas del regulador pueden hacerse estando instalado en el coche o fuera de él, en el banco de pruebas del taller, pero en ambos casos debe utilizarse una dínamo del tipo para el cual ha sido construído el regulador.

2) Cuando se hacen los ajustes correspondientes, el regulador debe montarse en la misma posición que tiene en el coche, siendo indispensable además, que la temperatura se haya estabilizado en las condiciones normales de funcionamiento.

3) Después de los ajustes y pruebas del generador, debe repolarizarse una vez que los cables han sido conectados en sus correspondientes bornes; esta polarización debe hacerse antes de poner en marcha el motor de explosión del coche.

Repolarización de la dínamo. Después de reconectar los cables a sus bornes, hacer un puente **momentáneo** entre el borne BATERIA del regulador y el terminal ARMADURA (inducido) de la dínamo; esto ocasiona un paso abrupto de corriente a través del devanado de las bobinas de campo, lo cual polariza así debidamente sus núcleos. Si no se toma la precaución de repolarizar la dínamo y las polaridades estuviesen invertidas, se produciría una vibración que ocasiona una rápida destrucción de las puntas de contacto del disyuntor.

168. Comprobaciones del regulador y la dínamo

Para revisar rápidamente la instalación del grupo dínamo-regulador-batería, conviene efectuar las verificaciones siguientes:

1) **Batería cargada y nivel normal.** Si se observa que el acumulador mantiene su carga y el electrolito no disminuye su nivel, es señal que todo va bien.

2) **Batería cargada y poco nivel.** Si dentro de las 100 horas de funcionamiento del acumulador se observase que el nivel del electrolito desciende a la altura de los separadores, es señal que el regulador no reduce la corriente de carga al valor que debería. Cuando fluye un exceso de corriente a una batería sobrecargada, la deteriora; este defecto puede ser causado por:

a) Ajuste inadecuado del regulador de intensidad y voltaje.

b) El regulador está averiado en alguno de sus elementos.

c) El circuito de excitación tiene un contacto a la masa, ya sea dentro de la dínamo, en el regulador o en alguno de los cables de conexión.

d) Los cables de conexión de la batería y la línea de carga pueden estar intercambiados en los bornes del regulador.

Para dilucidar la causa de la anomalía, empezar por desconectar el cable que está conectado en el terminal F (campo) mientras la dínamo está funcionando a media velocidad. Si la tensión y la intensidad permanecen a un valor elevado, es señal de que el circuito de excitación, dentro del generador o en los cables de conexión tiene un contacto accidental a masa. Si la dínamo no entrega nada de energía, probablemente el regulador es el causante de la avería y debe comprobarse su funcionamiento para el ajuste de máxima tensión e intensidad. Para comprobar si se han intercambiado los cables de conexión de la línea de carga L y de la batería B, vuélvase a conectar el terminal de las bobinas de campo F al correspondiente borne del regulador, y entonces, con la dínamo funcionando a unas 2 500 r p m, encender las lámparas; en estas condiciones desconectar el cable cuyo terminal está conectado en el borne L (línea de carga): si las luces se apagan, es señal de que las conexiones están bien; en cambio, si siguen prendidas, es que se han invertido las conexiones de los cables L y B del regulador, debiéndose cambiar inmediatamente.

3) **Batería descargada o poca carga.** Cuando una batería permanece siempre con poca carga o totalmente descargada, puede ser debido a:

a) Cables defectuosos, conexiones flojas, etcétera.

b) Batería defectuosa: tiene que ser capaz de tomar la carga y de poner en marcha el motor de explosión por medio del motorcito de arranque.

c) Circuito de carga excesivamente resistente. Medir con un voltímetro la caída de tensión entre el terminal BAT del regulador y el correspondiente borne del acumulador: nunca debe exceder de 0,15 V cuando pasa una corriente de 3 a 4 A.

d) El regulador está graduado demasiado bajo.

e) Hay alguna avería dentro del regulador.

f) El generador tiene alguna avería en su interior.

g) La dínamo se hace trabajar con un exceso de carga.

Si el generador produce algo de energía. Con una batería bien cargada y la dínamo funcionando a media velocidad, debe obtenerse una corriente de 1 a 3 A si la temperatura es normal. Si la batería está descargada o muy caliente, la intensidad de carga debe ser mucho mayor. Si el estado de la batería manifestase que el régimen de carga es demasiado bajo, entonces, momentáneamente, hacer contacto con la masa el terminal F (campo) del regulador; si se obtiene un fuerte aumento de la energía producida por la dínamo, la causa del mal funcionamiento es debida probablemente a que el regulador está graduado por un valor demasiado bajo, o bien que los contactos del interruptor están sucios, gastados, etcétera. Si al hacer el contacto a masa del terminal F la dínamo no produjese un aumento de energía ésta es probablemente la causa del defecto y debe revisarse tal como se indica en el capítulo "Cuidado y averías de la dínamo".

Si el generador no produce energía. Con el generador funcionando a media velocidad, conectar por unos instantes, mediante un puente, los bornes GEN y BAT del regulador. Si se ve que la dínamo da energía, el defecto está en el disyuntor (relay); en cambio, si no da energía, entonces haga por breves instantes un puente entre el borne F (campo) del generador y cualquier punto de la masa; si la dínamo no produce energía, la avería está en el generador y habrá que revisarlo.

4) **Resistencia defectuosa.** Si la resistencia que hay dentro del regulador está rota o averiada, las puntas de contacto se queman bien pronto. Esto es consecuencia de que la potencia que entrega la dínamo es demasiado baja.

5) **Averías dentro del regulador.** Casi siempre son producidas por haberse invertido las polaridades de la dínamo. Después de haberse ajustado la dínamo o el regulador, o haber desconectado los terminales de los bornes del regulador, siempre es necesario volver a repolarizar la dínamo en la forma que ya se ha explicado oportunamente.

169. Puntos importantes sobre reguladores

Resumimos algunas consideraciones de gran importancia referentes al cuidado que debe tenerse cuando se interviene en el ajuste y comprobación de estas unidades:

1) Los reguladores protegen con su acción los puntos del distribuidor y las lámparas y accesorios de las tensiones elevadas en sus circuitos; además, evitan que la dínamo envíe a la batería una intensidad elevada cuando ya está cargada.

2) Es indispensable que los ajustes de los reguladores, disyuntores, etcétera, sean efectuados por electricistas y mecánicos calificados, equipados con el instrumental necesario, procedente de la fábrica constructora de estos aparatos.

3) Nunca quiera ajustar un regulador fuera de los límites especificados por su fabricante.

4) Asegúrese que la protección de caucho que cierra los bordes de la tapa de las unidades está bien en su lugar y perfectamente colocada, puesto que está destinada a proteger los instrumentos del polvo, vapores de aceite, etcétera, que, al penetrar en el regulador, en el disyuntor o en el aparato que sea, lo perjudican: ensucian los contactos, estropean los devanados, etcétera.

5) Muchos reguladores están proyectados para funcionar solamente con el polo positivo de la batería conectado al chasis del coche, mientras que otros lo están para funcionar con baterías que tengan el polo negativo conectado al chasis (masa). Nunca debe utilizarse un regulador con polaridad distinta a la que debe funcionar, porque sufre serios inconvenientes en su funcionamiento.

Capítulo XX

REGULADORES DE DOS Y TRES UNIDADES

170. Regulador de dos unidades

Está compuesto de un disyuntor (relay) y un regulador de tensión; las conexiones de la masa de las escobillas (fig. 197) son externas. Como en todos los modelos ya estudiados, el disyuntor conecta y desconecta la dínamo cuando la tensión generada es superior o inferior de los límites convenientes; en cambio, el regulador de voltaje previene que la tensión sobrepase un determinado límite, reduce la energía entregada por la dínamo para que equilibre la demanda que de ella hacen los diversos mecanismos eléctricos y gradúa el régimen de la batería para que sea el más apropiado a su estado de carga.

Disyuntor. Es similar en los reguladores de dos y de tres unidades. Sobre un núcleo de hierro tiene dos devanados: uno, con muchas espiras, de poca sección, conectadas permanentemente en paralelo con la dínamo; otro, de pocas espiras, hechas con alambre grueso, por el cual pasa la energía que entrega la dínamo. El núcleo y los devanados están reunidos en un armazón, el cual sirve de soporte a una lámina de acero que sostiene un vibrador flexible, en el medio del cual se halla un núcleo de hierro dulce, colocado sobre el núcleo del disyuntor; la armadura tiene uno o dos contactos, colocados exactamente encima de otros tantos puntos de contacto fijos. Cuando la dínamo no funciona, los dos juegos de contacto están separados por la acción de un resorte fijado en un lado de la armadura.

Regulador de voltaje. Es igual a los tipos de dos y de tres unidades. Tienen dos devanados, hechos sobre un

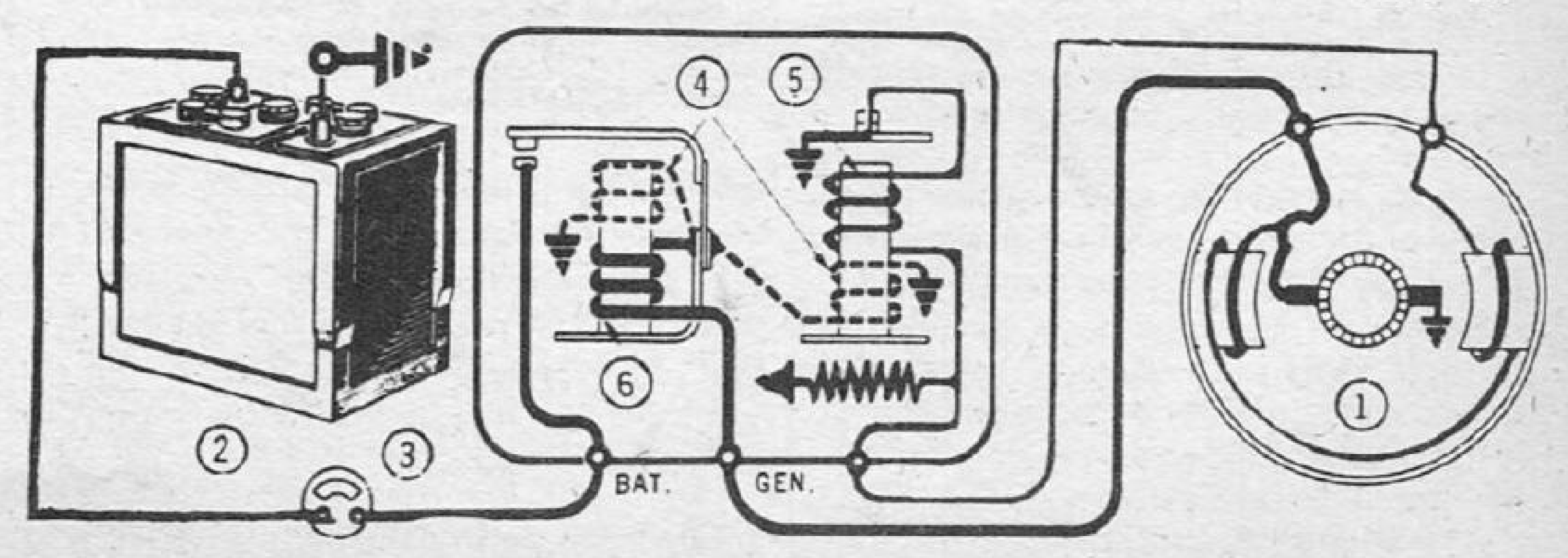


Fig. 197. Disyuntor y regulador de tensión (tipo estándar): (1) dínamo; (2) batería; (3) amperímetro; (4) devanados en paralelo; (5) y (6) devanados en serie (cortesía DELCO-REMY).

mismo núcleo: uno, de muchas espiras y poca sección, conectado en paralelo con la dínamo; otro, de pocas espiras y alambre grueso, intercalado en serie con el circuito de excitación cuando se cierran las puntas de los contactos del regulador. Los devanados y el núcleo están colocados sobre un armazón, el cual también sostiene un núcleo de hierro montado sobre una lámina flexible, de tal suerte que enfrenta el núcleo del regulador. El extremo del vibrador tiene un contacto, colocado justamente debajo de otro que está fijo; cuando el regulador no está funcionando, la fuerza que ejerce un resorte en espiral mantiene alejada la armadura del núcleo de los devanados y, por lo tanto, los puntos de contacto están unidos, cerrando, por consiguiente, el circuito de excitación de la dínamo a través de ellos.

Acción del regulador. Cuando la dínamo alcanza el voltaje conveniente, la acción combinada de los dos devanados (en serie y en paralelo) crean el del devanado en serie; esta disminución atractiva del núcleo produce que otra vez se unan los contactos y se cortocircuite la resistencia que rebaja el voltaje del circuito de excitación, por lo que nuevamente vuelve a repetirse otro ciclo de regulación, como se ha descrito anteriormente, produciéndose a un ritmo de 50 a 200 veces por segundo, regulando así el voltaje a un valor predeterminado. Teniendo el voltaje encuadrado entre límites bien definidos, la dínamo envía a la batería regímenes de carga adecuados, según sea su estado de carga y la demanda de energía de los diversos circuitos.

171. Regulador de tres unidades

Se compone de un disyuntor, un regulador de voltaje y un regulador de intensidad. Está construído para funcionar con dínamos excitadas en derivación, con dos escobillas; tanto el disyuntor como el regulador de voltaje

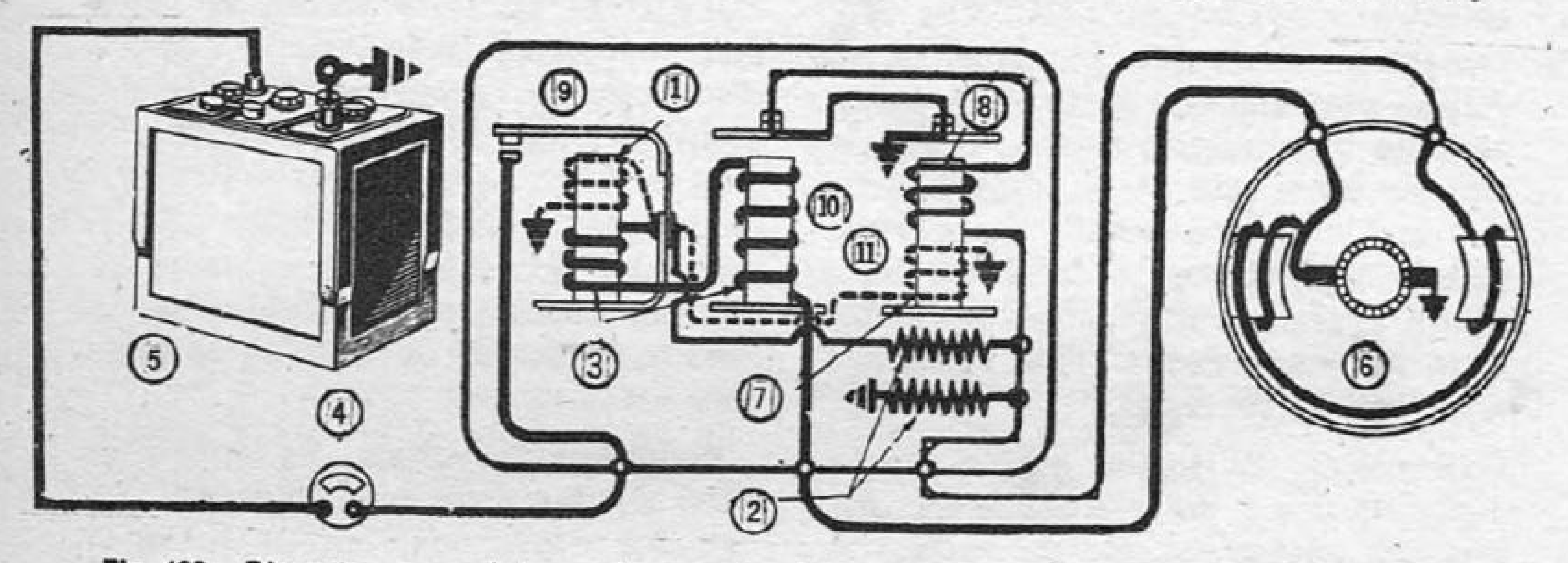


Fig. 198. Disyuntor y reguladores de tensión: (1) devanados en paralelo; (2) resistencias; (3) devanados en serie; (4) amperímetro; (5) batería; (6) dínamo; (7) devanados en paralelo; (8) devanados en serie; (9) disyuntor; (10) regulador de intensidad; (11) regulador de voltaje (cortesía DELCO-REMY).

un flujo magnético en el núcleo que atrae la armadura, con lo cual los contactos se separan; esto hace que se intercale en el circuito de excitación la resistencia que rebaja el voltaje de este circuito; por lo tanto, la tensión y la intensidad producida rebajan de valor. La consecuencia es que disminuye en seguida el flujo del núcleo debido a la menor intensidad que pasa por sus devanados, desapareciendo totalmente

son iguales al modelo de dos unidades (descrito anteriormente), por cuyo motivo sólo describiremos el regulador de intensidad y el ajuste del de tensión. El esquema de conjunto de un regulador de tres unidades se representa en la figura 198.

Regulador de intensidad. Se compone de un devanado de hilo grueso, con pocas espiras, colocado alrededor de

un núcleo de hierro montado sobre un armazón; éste sirve, además, para sostener la armadura, cuyo núcleo está colocado justo encima del que contiene la bobina amperimétrica, o sea, la que conduce la corriente que sale de la dínamo hacia la batería. La armadura tiene un contacto constituido por una punta colocada exactamente debajo de otra que se halla fija, de suerte que, cuando el regulador no funciona, ambas puntas están en contacto, debido a la acción de un resorte que mantiene a la armadura separada del núcleo del electroimán. En esta posición de los contactos, el circuito de excitación de la dínamo está conectado en serie a la masa a través de los contactos del regulador de intensidad y del de tensión.

Acción del regulador de intensidad. Cuando haya una gran demanda de energía eléctrica, como, por ejemplo, cuando funcionan diversos aparatos y la batería está descargada, la tensión no aumenta a un valor suficiente para hacer funcionar el regulador de voltaje; por lo tanto, la dínamo continúa aumentando su potencia hasta que alcanza el valor máximo, es decir, el suficiente para hacer entrar en acción el regulador de intensidad. En consecuencia, cuando la dínamo alcanza la máxima potencia para la cual ha sido regulada, la electricidad, fluyendo por el devanado del regulador de intensidad, origina en el núcleo de hierro un flujo magnético que, al encontrar la armadura, produce por influencia un polo magnético de signo contrario y lo atrae, abriéndose entonces las puntas de contacto del vibrador; la resistencia queda intercalada automáticamente en el circuito de excitación, reduciendo la energía generada por la dínamo. Cuando esto sucede, la acción del resorte en espiral tira la armadura hacia arriba, los contactos se cierran y el circuito de excitación queda conectado directamente a la masa, quedando cortocircuitada la resistencia; vuelve a aumentar la corriente que produce la dínamo y así vuelve a repetirse otro ciclo, tal como se ha descrito, sucediéndose esta periodicidad a un ritmo comprendido entre 50 a 200 veces por segundo, preservando así que la dínamo exceda del máximo que se le ha asignado.

Cuando la batería está cargada y, además, no hay demanda de energía por los circuitos (luces, aparatos eléctricos, etcétera), entonces se dice que la carga es reducida; la tensión aumenta y empieza a funcionar el regulador de voltaje, haciendo descender la cantidad de electricidad generada por la dínamo, evitando que funcione el regulador de intensidad. Recuérdese que sólo funciona un regulador a la vez (el de voltaje o el de intensidad), pero no los dos juntos.

Resistencias. Tanto el regulador de tensión como el de intensidad utilizan una resistencia común que se intercala en el circuito de excitación cuando funciona cualquiera de los dos reguladores. Hay una segunda resistencia, conectada entre el borne de campo F del armazón del regulador (Field) y el armazón del disyuntor, quedando, por lo tanto, conectada en paralelo con las bobinas de campo de la dínamo. El efecto que produce esta nueva resistencia es dar un camino a las sobretensiones que se originan en los devanados de las bobinas de campo en los momentos en que se abren los contactos de los reguladores de tensión o intensidad; en efecto, la rápida apertura de un circuito en el cual hayan bobinas con núcleos de hierro da lugar a una abrupta producción de electricidad por la reconversión de energía magnética en eléctrica, originándose voltajes varias veces superiores al valor máximo, siendo el resultado graves averías en los devanados de los aparatos conectados en estos circuitos; la resistencia adicional, junto con la que normalmente sirve para producir la caída de tensión del circuito de excitación, sirven para dar un paso hacia la masa de estas abruptas sobretensiones, neutralizándolas.

Compensador de temperatura. Generalmente, sólo se utilizan en los regu-

ladores de tensión, permitiendo que la dínamo entregue una tensión más elevada en tiempos fríos y reduciéndola en verano, respondiendo así mejor a las necesidades de carga de la batería. Algunos reguladores de intensidad también tienen compensadores termostáticos bimetálicos, permitiendo un paso más elevado de corriente cuando hace frío y reduciendo la energía cuando hace calor.

Polaridad del regulador. Algunos reguladores están constituidos para funcionar en coches cuya batería tiene el polo positivo conectado al chasis, mientras que otros están expresamente construidos para el caso de que el acumulador tenga el polo negativo al armazón. Es indispensable utilizar el regulador correspondiente, y, para evitar toda posible confusión, actualmente ya tienen marcado sobre el exterior, en el extremo de la base del regulador, la polaridad que le corresponde.

172. Ajuste del regulador de corriente

Es necesario efectuar dos comprobaciones y ajustes: la separación entre el núcleo del vibrador y el valor de la intensidad. Nos ocuparemos solamente del ajuste del regulador porque el espacio entre el vibrador y el núcleo se efectúa como ya se indicó en los reguladores anteriormente descritos.

Método de comprobación. Para verificar el ajuste del regulador de corriente es necesario que quede sin funcionar el regulador de voltaje, pudiéndose utilizar cuatro métodos distintos para ellos. Cualquiera que sea el procedimiento empleado, siempre hay que conectar un amperímetro en el circuito de carga de la batería, en el borne BAT del regulador (fig. 199). El primer método que se indicará conviene utilizarlo para comprobaciones preliminares, puesto que no requiere sacar la tapa del regulador. Los cuatro procedimientos son los siguientes:

1) **Método rápido.** Introducir el destornillador en el agujero ovalado que hay en la base hasta tocar el blindaje de la resistencia, de manera que el destornillador toque simultáneamente la base del regulador y el blindaje; esto deja inactivo momentáneamente el regulador de voltaje. Prender las luces y poner en acción otros accesorios para evitar que se produzcan tensiones elevadas durante la prueba; con el amperímetro conectado según la figura 200, y con el regulador funcionando a la temperatura que normalmente debe funcionar, hacer marchar la dínamo a una velocidad bien determinada, y entonces tomar la lectura del amperímetro, ajustando el regulador de intensidad si fuese necesario; para aumentar la intensidad, girar el destornillador hacia la derecha, y para

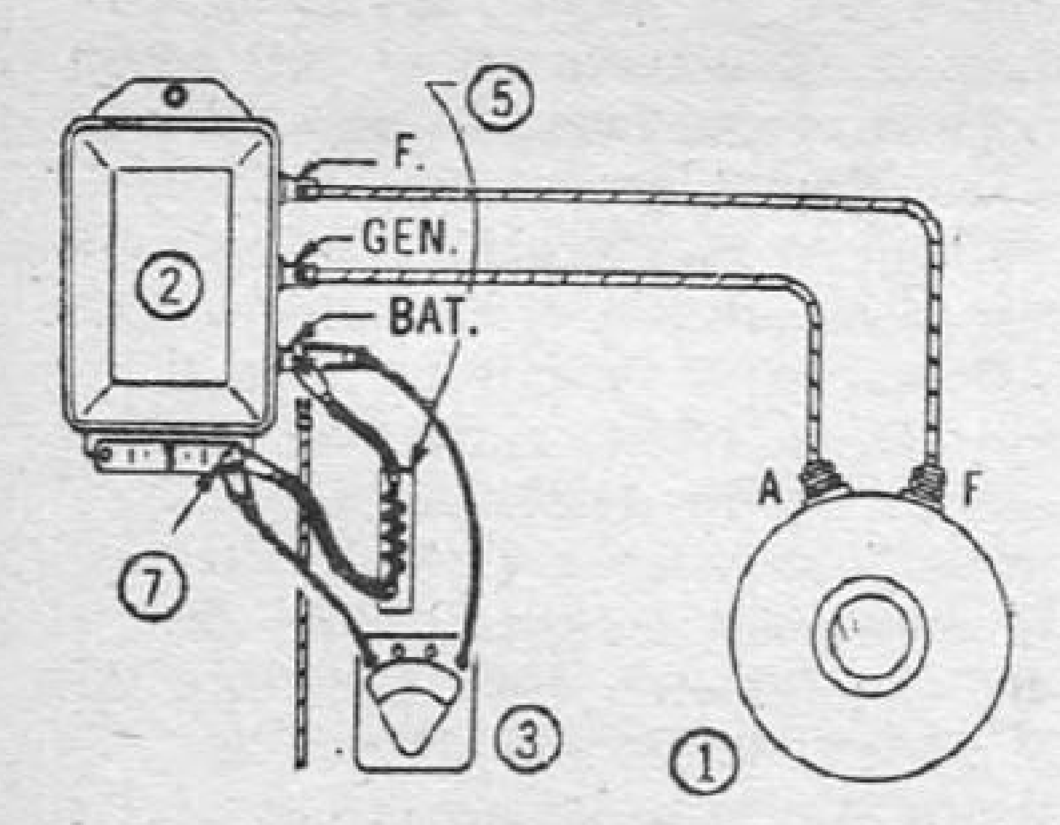


Fig. 199. Conexión del voltímetro y la resistencia fija para comprobar el regulador de voltaje por el método de la resistencia fija: (1) dínamo; (2) regulador; (3) voltímetro; (5) resistencia fija; (7) contacto a masa con un puente.

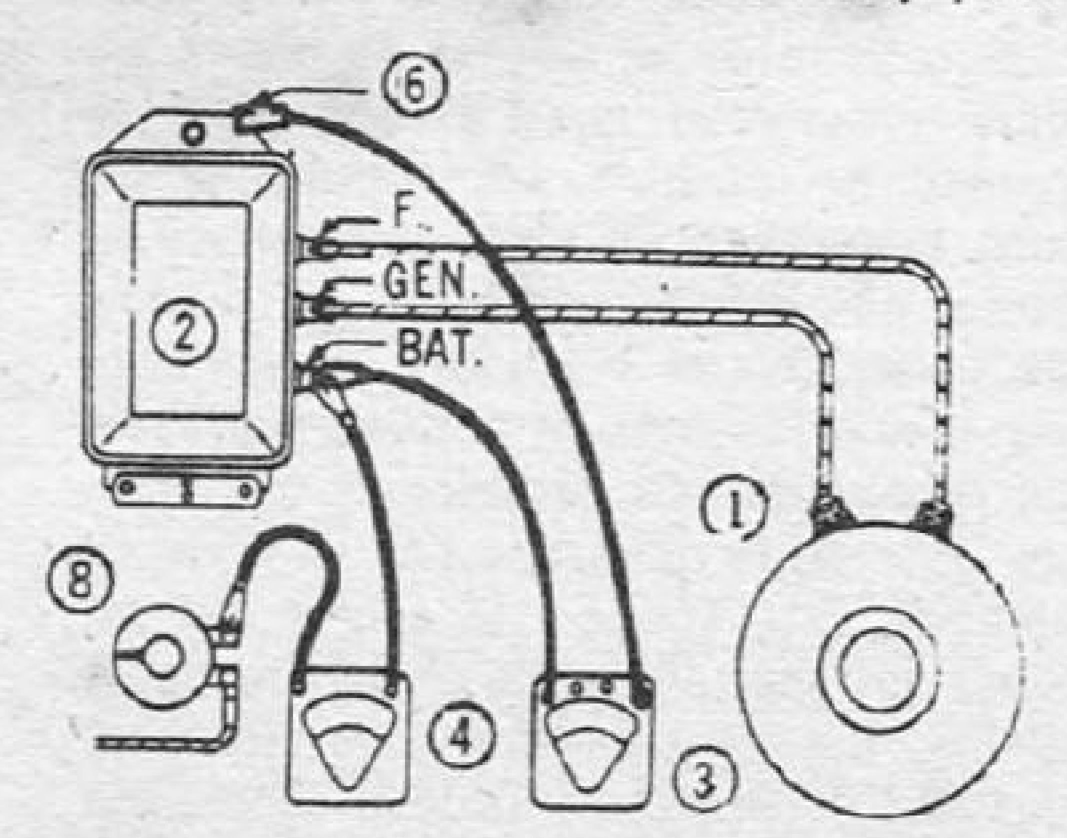


Fig. 200. Comprobación con el voltímetro, el amperímetro y la resistencia variable del voltaje de funcionamiento del regulador de tensión: (1) dínamo; (2) unidad reguladora; (3) voltímetro; (4) amperímetro; (6) contacto momentáneo a la masa; (8) resistor variable (cortesía DELCO-REMY).

disminuirla, hacia la izquierda. Mientras dura esta prueba es indispensable que el destornillador haga contacto permanente con el blindaje de la resistencia y el armazón del regulador. ¡Atención a este detalle!

2) **Método del puente.** Sacar la tapa del regulador y colocar un alambre que haga puente entre las puntas de contacto del regulador de voltaje, según ilustra la parte superior de la figura 201. Encender las luces y hacer funcionar otros accesorios eléctricos, a fin de que durante la prueba no se produzcan elevadas tensiones; entonces, funcionando la dínamo a una determinada velocidad, ver cuál es el valor de la intensidad indicado por el ampetrímetro. Desconectar el puente y volver a colocar la tapa.

3) **Método de la batería descargada.** Sin funcionar el sistema de ignición (no dar llave), descargar parcialmente la batería haciendo funcionar durante 30 segundos el motorcito de arranque. Nunca debe usarse por más de este tiempo en forma continuada, debido a que se calienta excesivamente el acumulador, con lo cual se deteriora. Inmediatamente después de haber hecho funcionar el motorcito de arranque los 30 segundos sin interrupción, dar llave al sistema de ignición, poner el motor del coche en funcionamiento y, acto seguido, encender las luces y otros accesorios eléctricos, tomando la lectura del amperímetro para una determinada velocidad de la dínamo.

4) **Método con una carga exterior.** Este método consiste en conectar en paralelo con la batería un dispositivo que consuma una determinada cantidad de electricidad (lo que se denomina una carga eléctrica o, simplemente, carga); si este dispositivo (que puede ser un banco de lámparas o un resistor) consume aproximadamente la intensidad de corriente a que está ajustado el regulador de intensidad, resulta que, mientras dure la verificación del valor de la corriente para una determinada velocidad de la dínamo, el regulador de tensión permanecerá inactivo, que es lo que se trata de obtener.

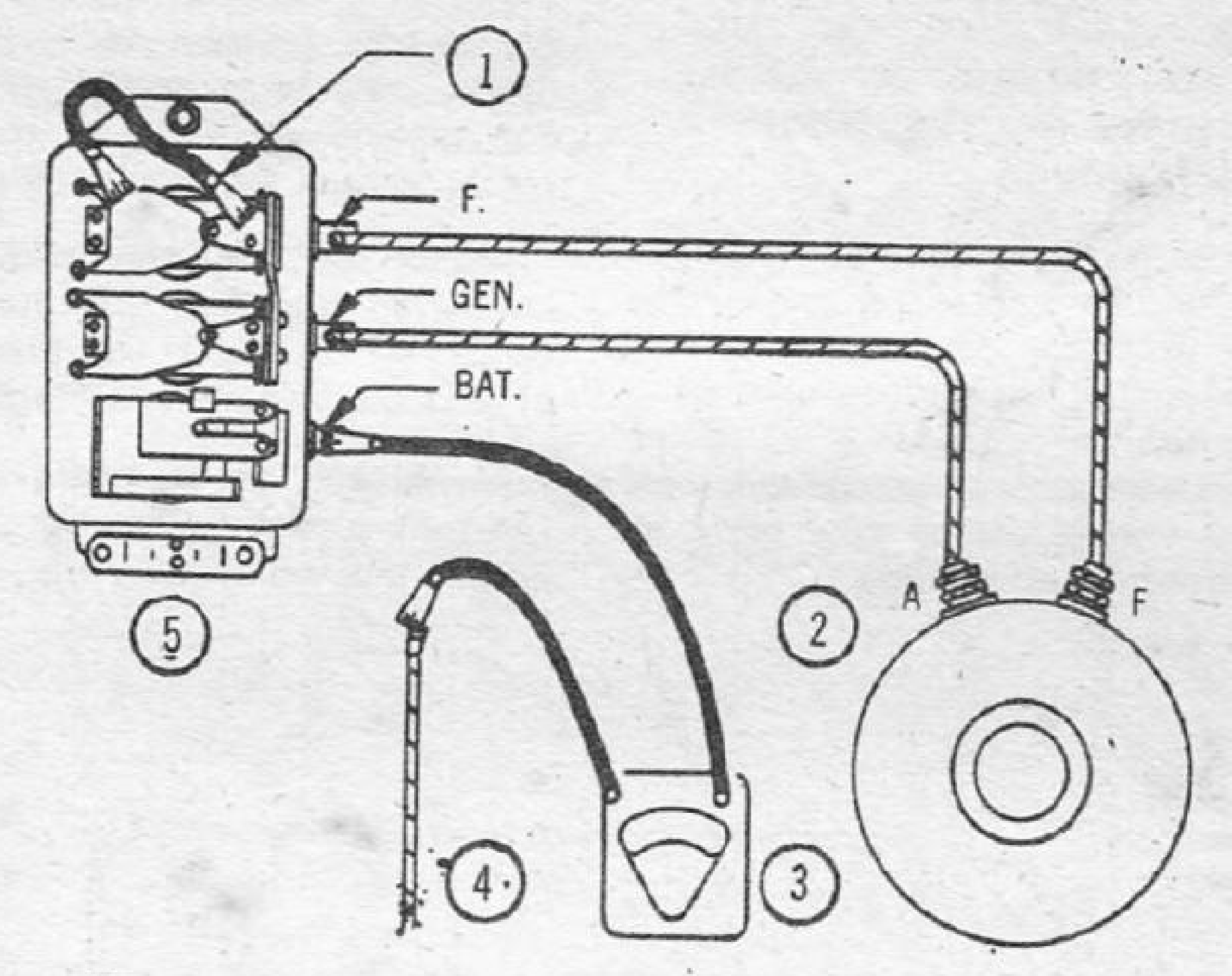


Fig. 201. Comprobación con el amperímetro del regulador de intensidad: (1) puente; (2) dínamo; (3) amperímetro; (4) a la batería; (5) conjunto del regulador (cortesía DELCO-REMY).

Observación importante. Siempre que se ajuste un regulador de intensidad

deben tenerse en cuenta las siguientes precauciones:

a) El generador debe funcionar a una velocidad suficiente para producir una intensidad que sea superior a la que corresponde el ajuste que se está verificando.

b) El voltaje del generador debe mantenerse a un valor lo suficientemente elevado para asegurar una salida de corriente suficiente. Con dínamos que alcanzan a producir 35 A es necesario mantener el valor del voltaje mayor que el del ajustado por el regulador; esto puede realizarse disminuyendo la carga conectada a la batería, o bien elevando el estado de su carga.

173. Ajuste del regulador del voltaje

Dos comprobaciones y dos ajustes son necesarios para dejar este regulador en perfectas condiciones de funcionamiento: el espacio de aire entre la armadura del vibrador y el núcleo del electroimán, y la graduación del valor del voltaje con el cual entra en funcionamiento el regulador.

Espacio de aire. Para comprobarlo se aprieta suavemente la armadura del vibrador hacia abajo hasta que las puntas hacen contacto, justo, sin doblarse; en estas condiciones, introducir la lámina calibrada en el espacio comprendido entre el tope del núcleo del electroimán y la armadura del vibrador, debiendo pasar justa, sin presión, al deslizarse. Si es necesario efectuar un ajuste, es preciso aflojar los tornillos que aguantan el armazón que sostiene el contacto superior, cerciorándose, al apretar los tornillos de fijación, que los contactos estén bien alineados; de lo contrario, desplácese lateralmente el armazón hasta que coincidan; esta discrepancia generalmente es de sólo algunas décimas de milímetro, pero la no coincidencia de las dos superficies limita el área en contacto, lo cual es preciso evitar.

Ajuste del valor del voltaje. Puede obtenerse mediante dos métodos distintos: a) con una resistencia fija; b) con una resistencia variable.

a) **Método de la resistencia fija.** Consiste en sustituir el circuito de carga por una resistencia fija, cuyo valor

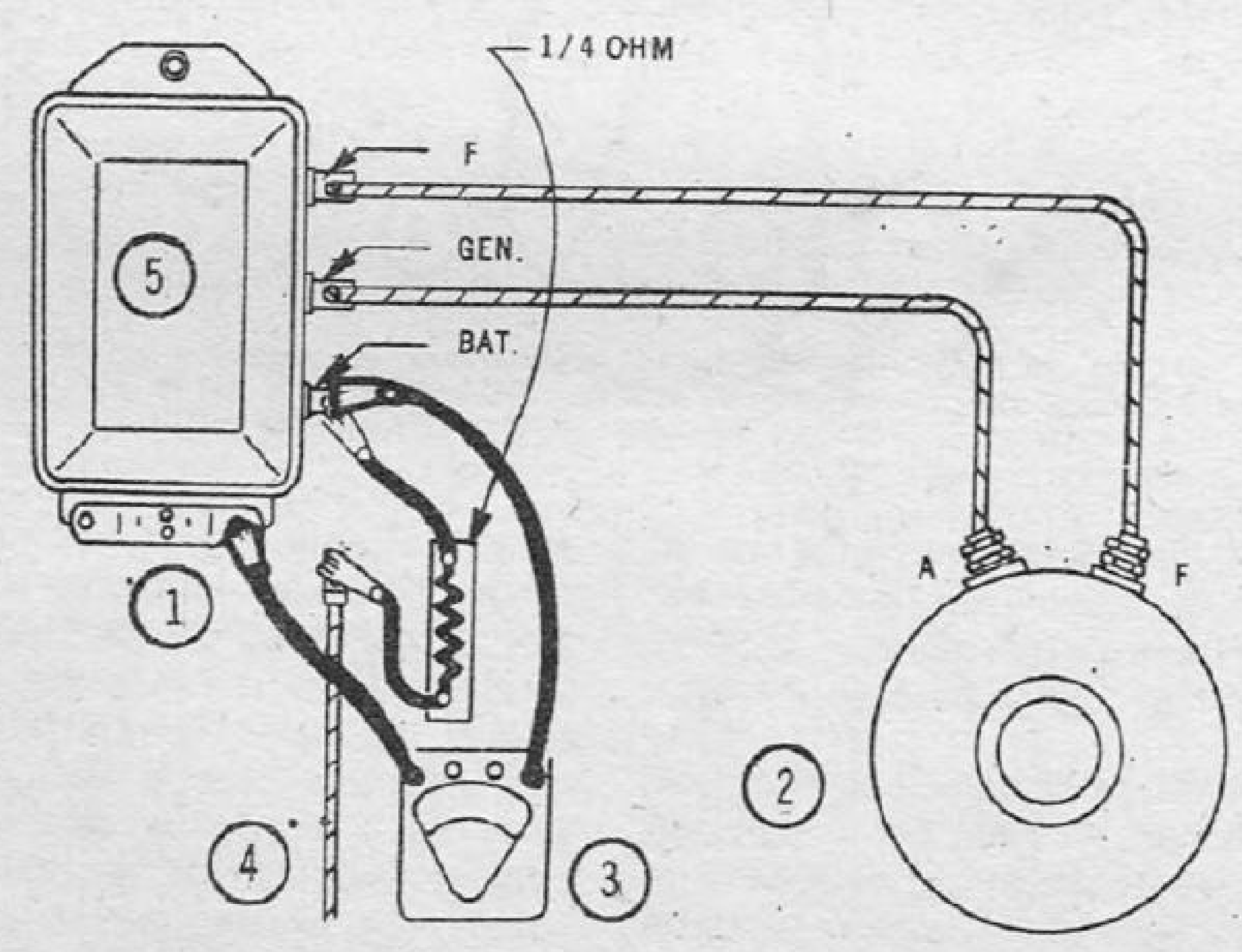


Fig. 202. Comprobación con el voltímetro y una resistencia fija del funcionamiento del regulador de voltaje: (1) contacto a la masa; (2) dínamo; (3) voltímetro; (4) conexión a la batería; (5) conjunto de la unidad reguladora (cortesía DELCO-REMY).

depende de la batería del coche; estos valores se definirán luego. En el regulador de tensión al desconectar el cable que va a la batería y se coloca la resistencia entre el borne BAT y la masa, tal como ilustra la figura 202, conectándose en paralelo con la resistencia un voltímetro de excelente calidad, del tipo de bobina móvil.

Con la dínamo funcionando a una velocidad determinada, conocida, y estando el regulador a la temperatura que tiene en funcionamiento normal, obsérvese el valor del voltaje y véase si es el que corresponde; en caso contrario es necesario proceder a ajustar el regulador. Mientras se hacen estas verificaciones, la tapa debe estar debidamente colocada en el regulador.

Para ajustar el valor del voltaje es necesario encajar el destornillador en la ranura del tornillo regulador, dando vuelta hacia la derecha para aumentar el valor del voltaje y en sentido contrario para disminuirlo; el retoque final conviene hacerlo regulando la tensión del resorte, aumentándola. Después del ajuste, colocar perfectamente bien la tapa del regulador, y entonces proceder a tomar la lectura con el voltímetro, primero disminuyendo la velocidad de la dínamo hasta que se abran las puntas del disyuntor (relay) y desde ese momento irla aumentando hasta la velocidad que se desea.

Según el tipo de batería utilizado los valores de las resistencias que deben intercalarse son los siguientes:

6 V, con I = 10 A, resistencia = 0,75 Ω

12 V, con I = 10 A, resistencia = 1,5 Ω

24 V, con I = 7 A, resistencia = 7 Ω

Estos valores se entienden para los reguladores capaces de controlar intensidades de más de 15 A; para los que sólo pueden controlar, como máximo, hasta 15 A, los valores de las resistencias deben ser: para 6 V, 1,5 Ω; para 12 V, 2,25 Ω.

b) **Método de la resistencia variable.** Conectar el amperímetro en el circuito de carga en el terminal BAT del regulador de voltaje, conectando en serie el resistor variable de 0,25 Ω de resistencia; en el mismo borne BAT conectar un terminal del voltímetro, y el otro, a la masa (fig. 203). Ir aumentando la velocidad de la dínamo

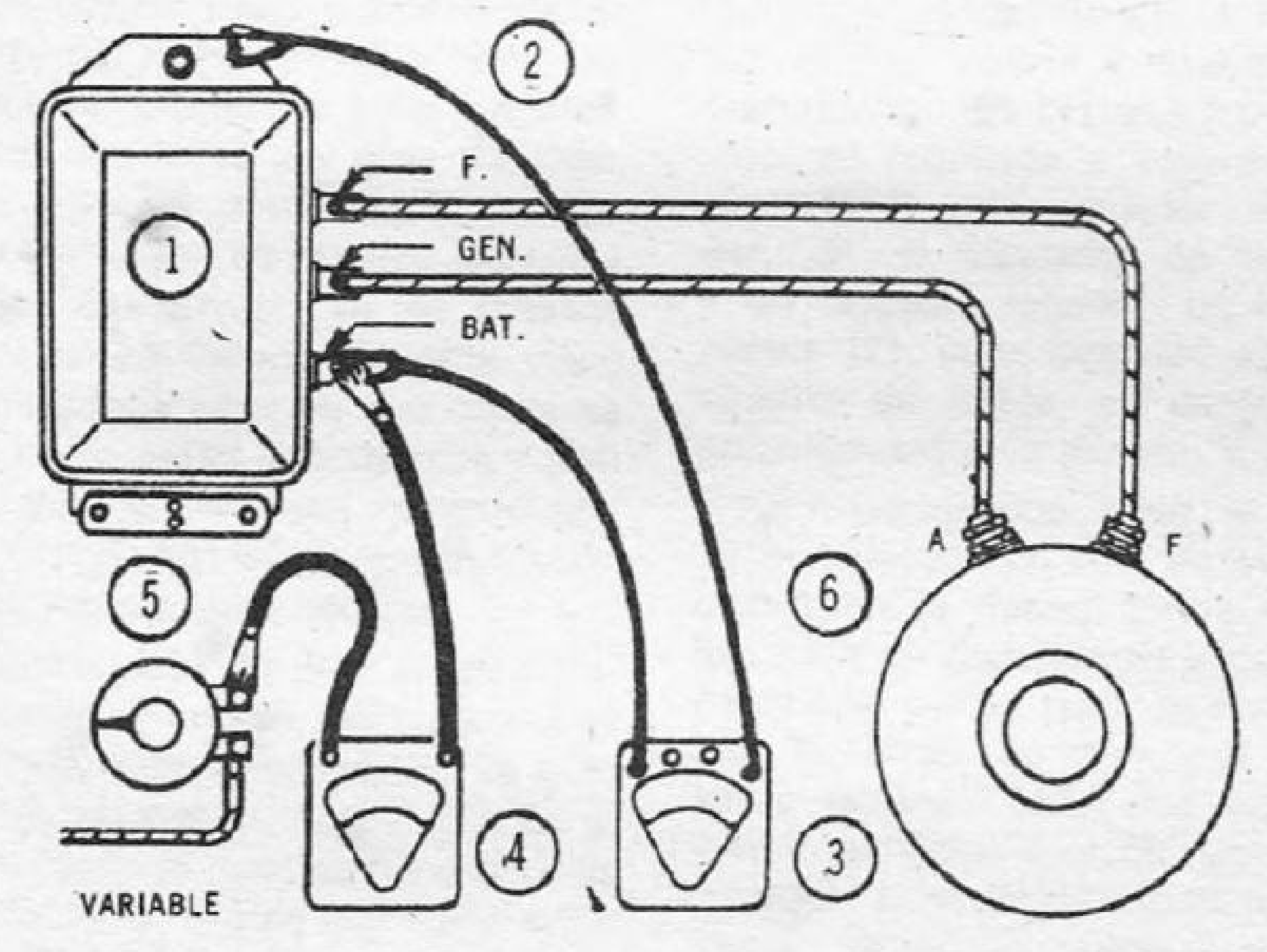


Fig. 203. Comprobación con el voltímetro y la resistencia variable del punto de funcionamiento del regulador de voltaje: (1) unidad reguladora; (2) puente para el contacto a masa; (3) voltímetro; (4) amperímetro; (5) resistor variable; (6) dínamo (cortesía DELCO-REMY).

hasta una determinada cantidad, y si se obtienen menos de 4 A para dínamos de 6 V u 8 A para generadores de 12 V, entonces encender las luces para que aumente la tensión de la dínamo. Disminuir la resistencia hasta que la intensidad de salida se reduzca a 4 A para generadores de 6 V y 8 A para dínamos de 12 V, si la dínamo es capaz de entregar una intensidad menor que 15 A. Es importante tener en cuenta que debe operarse cuando el regulador ya ha adquirido la temperatura normal de funcionamiento. Ir entonces disminuyendo la velocidad de la dínamo hasta que las puntas del disyuntor se abran y el voltaje se reduzca a 2 V para un sistema de 6 V y a 4 V para un sistema de 12 V; entonces vuélvase a incrementar la velocidad de la dínamo hasta que alcance la normal y obsérvese la lectura del voltímetro, que debe tomarse, para tener validez, con un valor de 4 a 6 A para instalaciones de 6 V y, de a 10 A si son de 12 V. Es indispensable que la cubierta esté en su lugar, bien colocada, cuando se efectúen estas comprobaciones. La velocidad específica de la dínamo debe ser de 3 500 rpm.

Capítulo XXI

REGULADORES DE CUATRO, CINCO Y SEIS UNIDADES

PARA AUTOMOTORES DE GRAN TONELAJE

174. Algunas explicaciones preliminares

Aunque la descripción de los reguladores de cuatro, cinco y seis unidades se aparta del marco de esta obra, por utilizarse en vehículos muy grandes, como ser camiones de gran tonelaje, ómnibus para 60 y hasta 100 pasajeros, etcétera, no obstante, daremos una breve descripción de los mismos para que el estudiante de esta clase de instalaciones sepa en qué casos se utilizan, cómo están constituidos y cuál es la misión de cada una de estas unidades, pero no nos extenderemos acerca de su regulación y ajustes.

Los reguladores de más de tres unidades están previstos para funcionar con la instalación sencilla (de un solo hilo y retorno por la masa), que es el caso usual en la casi generalidad de los automóviles, o bien con instalación de dos hilos, lo cual quiere decir que el retorno, en vez de efectuarse por la masa del coche (chasis), se realiza a través de un cable forrado que completa el circuito y que debe estar tan aislado como el otro cable que conduce la electricidad desde la batería, la dínamo, etcétera. En estas explicaciones daremos un solo esquema de cada tipo, puesto que su finalidad es documentar al lector acerca de cómo son estas unidades.

175. Reguladores de cuatro unidades

El esquema de un aparato de esta clase se representa en la figura 204, con el cual vamos a estudiar su funcionamiento. En la parte superior tenemos, de izquierda a derecha: el disyuntor (4), el regulador de intensidad (5), el regulador de voltaje (6); y en la parte inferior, un nuevo disyuntor (7), cuya finalidad es cerrar el circuito de carga, es decir, el comprendido entre la dínamo y la batería.

Anticipamos que tanto el regulador de intensidad como el de voltaje funcionan en la misma forma que todos los tipos de reguladores anteriormente descritos; por lo tanto no nos ocuparemos de ellos. En cuanto al disyuntor, actúa también como los anteriores, siendo su única función, en este caso (gracias a un doble contacto que posee su vibrador), cerrar el circuito del disyuntor (7), cuya finalidad es establecer el circuito de carga. Por consiguiente, vemos que la novedad de los reguladores de cuatro unidades consiste en que la corriente que procede de la dínamo para cargar la batería, en vez de pasar por el interruptor del disyuntor, ahora lo hace por unos gruesos contactos situados en los extremos de una barra que, al desplazarse lateralmente, permite que se encuentren con los contactos fijos (con los

cuales se encaran), quedando así cerrado el circuito de carga. A este disyuntor adicional, para distinguirlo del disyuntor principal, lo llamaremos disyuntor de carga.

El disyuntor principal tiene dos devanados y dos juegos de contactos. Uno de los devanados está hecho con alambre grueso y pocas espiras, destinado a conectarse con el inducido (armature). La acción del disyuntor principal es igual a la de los disyuntores de los otros tipos que ya hemos estudiado; según sea el valor de la tensión generada por la dínamo, el devanado en paralelo forma el campo magnético del núcleo hasta que, pudiendo vencer la acción del resorte an-

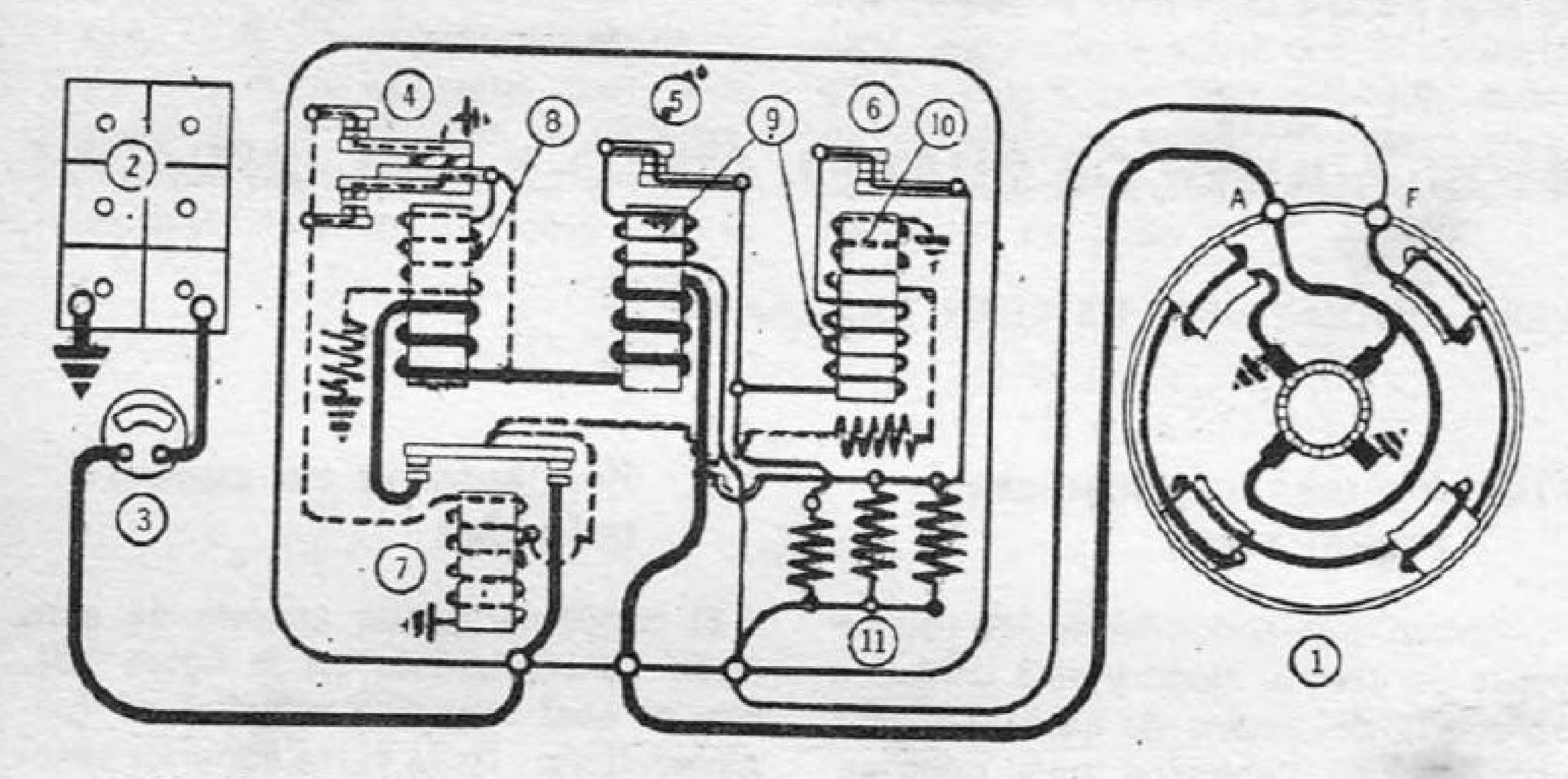


Fig. 204. Reguladores de cuatro unidades: (1) dínamo tetrapolar; (2) batería; (3) amperímetro; (4) disyuntor principal; (5) regulador de intensidad; (6) regulador de tensión; (7) disyuntor auxiliar; (8) devanados en derivación; (9) devanados en serie; (10 devanados en paralelo; (11) resistencias (cortesía DELCO-REMY).

formando parte del circuito de carga; el otro devanado, de muchas espiras de hilo de poca sección, tiene conectada en serie la resistencia que produce la caída de tensión de la corriente de excitación. Observamos también que el disyuntor principal tiene dos contactos aislados entre sí, de forma que en su movimiento de vaivén sólo uno de ellos hace contacto con los fijos; cuando es el contacto superior el que toca el vibrador, el disyuntor de carga queda conectado a la masa; en cambio, cuando es el contacto inferior el que actúa, la corriente derivada de la dínamo pasa por el devanado del disyuntor de carga y atrae el interruptor de doble contacto, quedando desde ese momento establecido el circuito desde la batería hasta el generador (a través de esta palanca), pasando por los dos devanados gruesos y de pocas espiras del regulador de intensidad y del disyuntor, para salir por el borne tagónico, atrae la armadura, y entonces se desplaza el vibrador, que, en el caso de 4 unidades, tiene dos contactos.

176. Reguladores de cinco unidades

En los sistemas previstos para carga en paralelo, cuyo esquema de principio se representa en la figura 205, la instalación incorpora una quinta unidad en el equipo de regulación, consistente en un disyuntor especial, que denominaremos disyuntor-paralelo, cuya finalidad es asegurar el funcionamiento del regulador de voltaje, que forma las tres unidades básicas del regulador propiamente dicho: disyuntor y reguladores de tensión y de intensidad.

Funcionamiento del disyuntor paralelo. La función de este disyuntor es compensar automáticamente cualquier diferencia de tensión entre los regu-

ladores en paralelo. Si ambos reguladores estuviesen ajustados exactamente a la misma tensión, entonces estarían conectados en paralelo y no circularía corriente por el circuito correspondiente; si los reguladores de voltaje están ajustados para funcionar a distintas tensiones, entonces el regulador ajustado para el valor más elevado permitirá el paso de corriente por el circuito suplementario destinado a rebajar la tensión de funcionamiento del regulador graduado al valor más alto y elevar la del regulador cuya graduación es más baja; con esto se consigue que tienda a igualarse el funcionamiento de los dos reguladores de tensión.

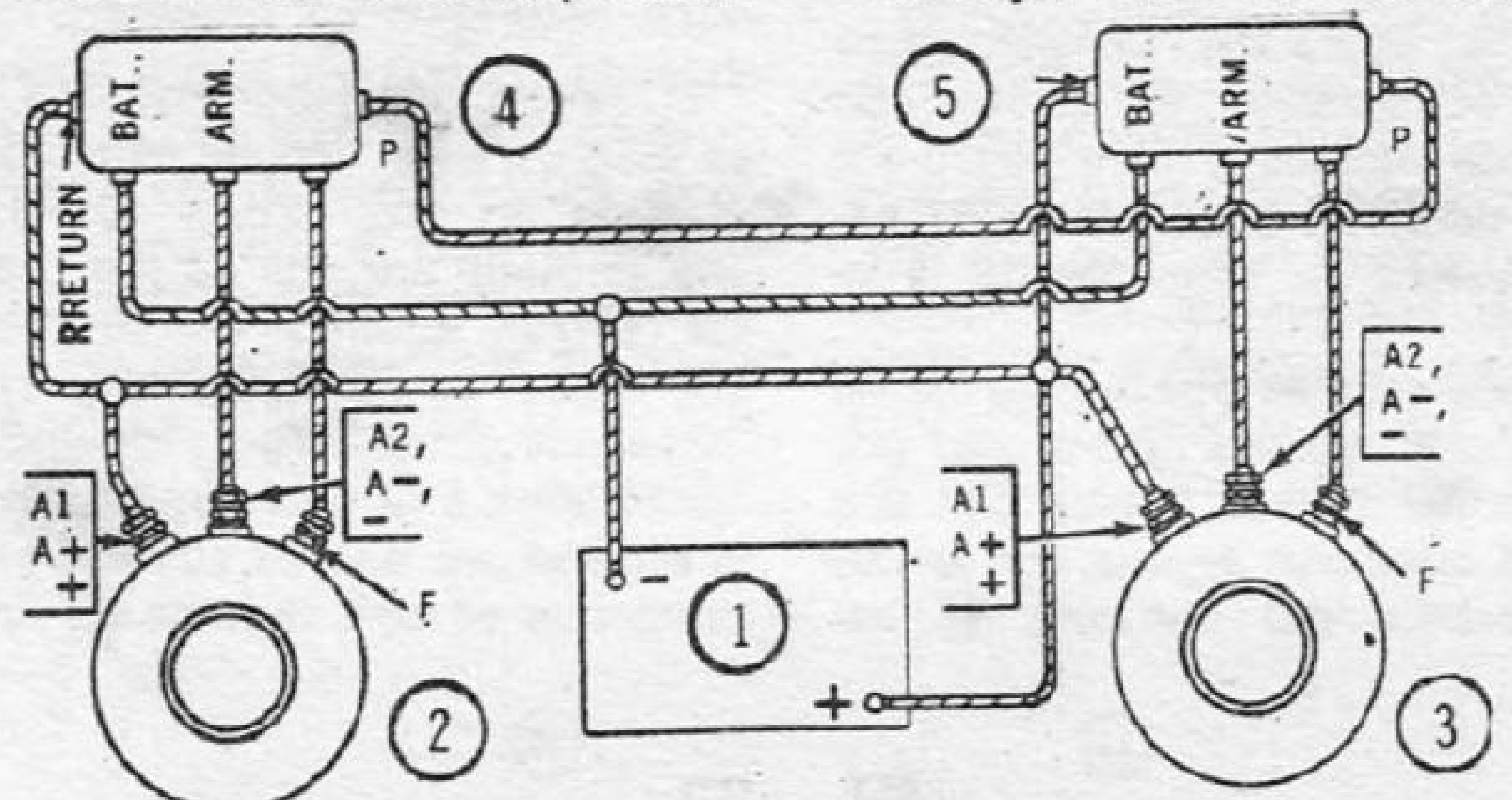


Fig. 205. Circuito externo típico de un sistema de carga en paralelo: (1) batería; (2) y (3) dínamos; (4) y (5) unidades de regulación (cortesía DELCO-REMY).

Los reguladores que funcionan en circuitos en paralelo se comprueban y ajustan exactamente en la misma forma que los tipos de reguladores ya descritos. Cada regulador de un sistema en paralelo debe ser comprobado y ajustado separadamente, con los otros circuitos de alimentación desco-

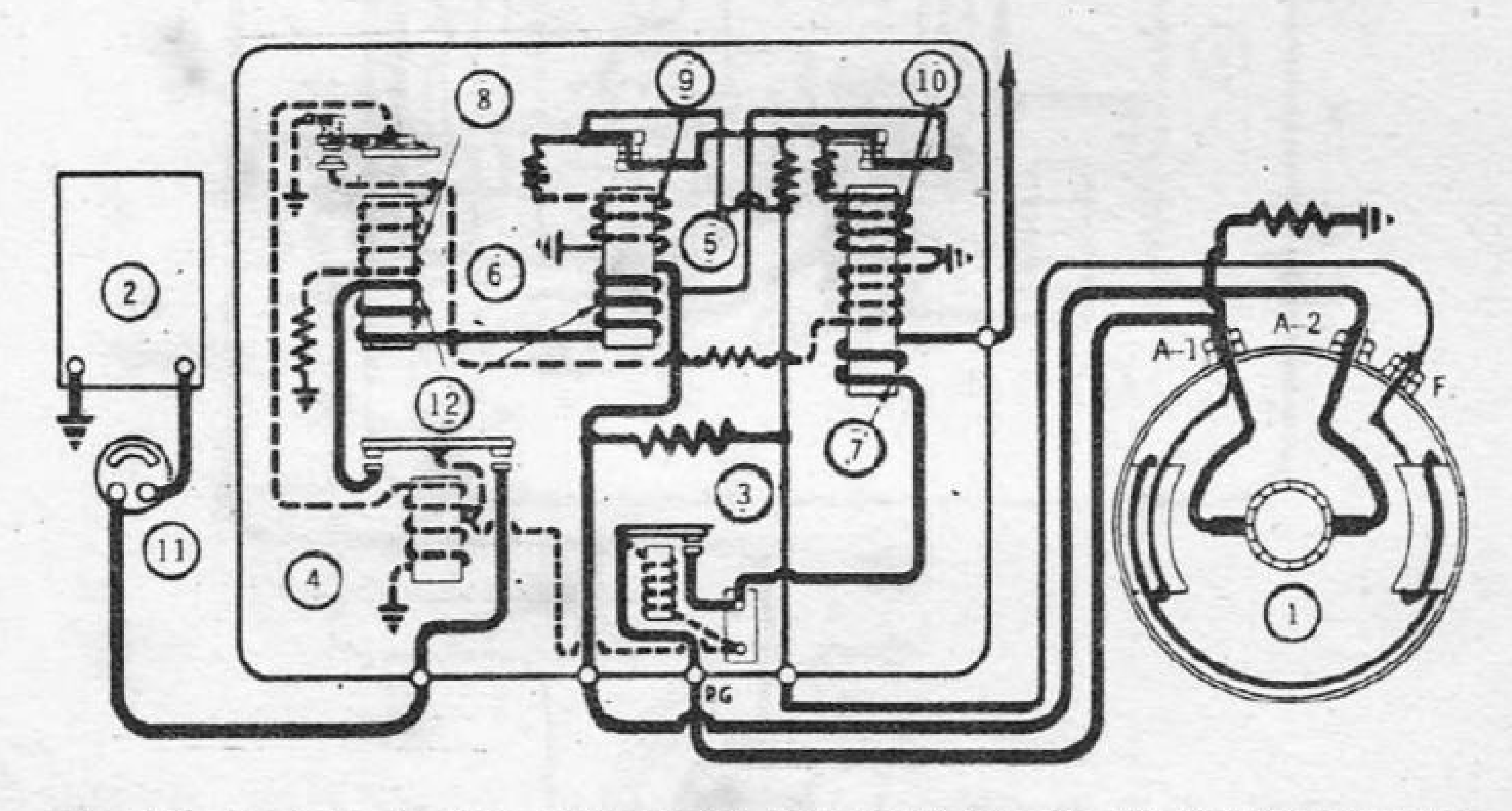


Fig. 206. Regulador de cinco unidades: (1) dínamo; (2) batería; (3) disyuntor paralelo; (4) disyuntor de carga; (5) regulador de corriente; (6) disyuntor principal; (7) regulador de tensión; (8) devanados en paralelo; (9) devanados en paralelo; (10) devanado acelerador; (11) amperímetro; (12) devanados en serie (cortesía DELCO-REMY).

paralelo de ambos reguladores y por el circuito de carga del regulador ajustado al valor inferior.

En las instalaciones en paralelo cada regulador de voltaje tiene un devanado

nectados del sistema (o, al menos, que no funcionen) y los cables con los terminales desconectados.

Un esquema de conjunto de un regulador de cinco unidades se representa en la figura 206, previsto para funcionar en paralelo, es decir, con una segunda dínamo y otro regulador similar en paralelo, interconectados según el esquema de principio de la figura 205.

Estas instalaciones pueden ser de un conductor, con retorno de un polo por el armazón del chasis, o bien con dos cables, sin conexión alguna con el armazón metálico del vehículo el esquema presentado es del sistema con retorno por el chasis.

177. Reguladores de seis unidades

El campo del generador con el cual se emplea este tipo de regulador está dividido en dos partes iguales cada una formada por dos de los cuatro polos, cuyas bobinas correspondientes, dos a dos, están conectadas en serie. Estos dos circuitos de excitación están conectados a la masa en el interior de la dínamo por uno de sus extremos, en tanto que el otro termina en un borne

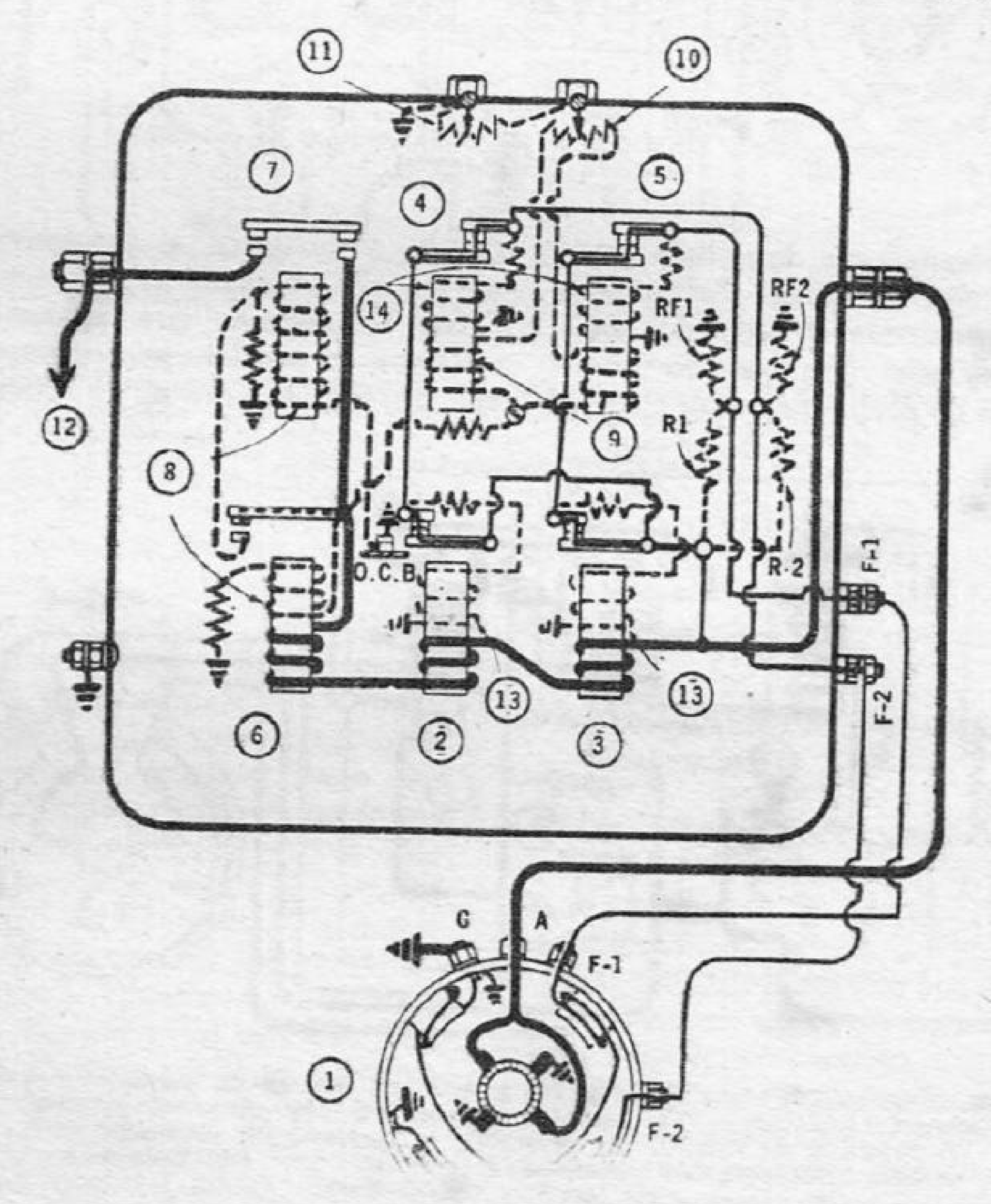


Fig. 207. Conjunto de un regulador de seis unidades:: (1) dínamo; (2) regulador de corriente del grupo 1; (3) regulador de corriente del grupo 2; (4) regulador de tensión del grupo 1; (5) regulador de tensión del grupo 2; (6) disyuntor de carga; (7) disyuntor principal; (8) Regulador en paralelo; (9) devanado shunt; (10) reóstato igualador; (11) reóstato regulador del voltaje; (12) al amperímetro; (13) devanado acelerador (cortesía DELCO-REMY).

exterior. Cada uno de los bornes (conectados a las bobinas de campo) se conecta a un regulador separado de voltaje.

En esta clase de dínamos es necesario un conjunto de regulador especial, debido a que los dos circuitos de excitación deben estar controlados separadamente, tanto el del voltaje como el de la intensidad, ya que la tensión debe mantenerse perfectamente balanceada. Esto se consigue por medio de dos juegos de reguladores de tensión e intensidad, junto con un igualador, cuya misión es balancear los dos reguladores de voltaje, de manera que se obtenga un control uniforme tanto en las pequeñas como en las grandes velocidades.

La figura 207 representa un regulador de 6 unidades, donde podemos identificar (en la parte superior) el disyuntor principal y los dos reguladores de voltaje, uno para cada par de polos; abajo tenemos los dos reguladores de intensidad y el disyuntor de carga, que es similar al descrito en los reguladores de cuatro y cinco unidades.

Capítulo XXII

CUIDADO Y AVERIAS DE LA DINAMO

178. Comprobaciones en el coche

El circuito dínamo-batería de acumuladores tiene en serie el disyuntor (relay), el regulador de tensión (a veces también el de intensidad) y el amperímetro. Se trata, sin desmontar ningún órgano, de comprobar el estado del sistema de generación de la energía eléctrica, estando instalados todos sus elementos en el automóvil. Proceda de la siguiente forma:

a) Ante todo, cerciorarse si el amperímetro funciona bien, puesto que es el verdadero guardián de toda la instalación. Para comprobarlo cerremos el interruptor de los faros y comprobemos si la indicación del valor de la descarga es el normal; en caso afirmativo, el amperímetro está bien. En caso de duda, compararlo con otro que funcione bien.

b) Ponga en funcionamiento el motor de explosión y vaya aumentando su velocidad; si el amperímetro no acusa paso de corriente, es que no llega hasta él. Saque la tapa del disyuntor y observe si sus contactos no se cierran; si tal sucede, la avería puede estar en el interruptor o, quizás, en la misma dínamo. Vamos a proceder por el método de eliminación, empezando por la dínamo.

c) Saque la tapa que cubre las escobillas y el conmutador y observe si se produce chispeo, chirrido de frote de carbones con las láminas de mica o alguna otra anomalía. Pruebe, por un instante, hacer una ligera presión desde la parte superior de las escobillas, observando si entonces el interruptor entra en funciones y el amperímetro acusa un paso de corriente. Si tal sucediese, la falla reside en un mal contacto de las escobillas con el colector.

d) Limpie el conmutador con papel de lija y luego compruebe la presión de los resortes.

e) Si el amperímetro todavía no marcase, cierre los dos contactos del interruptor con los dedos; si el amperímetro acusa corriente, la avería reside en el relay. Observe que no haga un mal contacto con la masa o que no haya alguna conexión floja o rota, contactos sucios, resorte averiado, etcétera.

f) Compruebe el regulador de voltaje para ver si actúa el electroimán y los contactos están limpios. Si no se cierran, hay cruce o rotura en el circuito de la bobina; puede hacer contacto a la masa, conexión floja, etcéra.

g) Si la avería no puede localizarse, pare el motor y saque la dínamo para inspeccionarla en el banco.

179. Comprobación del generador

Si se considera que la dínamo es la responsable de la avería, entonces debe desmontarse del coche y colocarla

sobre una mesa de inspección. Se trata ahora de hacer funcionar la generatriz como motor, utilizando a este efecto una batería de acumuladores auxiliar, semejante a la del coche; para ello debe disponerse un interruptor y un amperímetro conectados en el circuito. Muchos talleres tienen un pequeño tablero con dos fusibles, etcétera, estando todo montado para hacer fácilmente estas comprobaciones. Una vez todo dispuesto, proceda de la siguiente manera:

a) Conecte debidamente la batería y la dínamo, que ahora funcionará como motor. Observe cuidadosamente si las conexiones tienen las mismas polaridades; el polo vivo, ya sea el + o el –, debe hacerse con alambre forrado; la masa debe conectarse a la carcasa de la máquina mediante el borne especial que haya a este objeto.

b) Conecte sólo un instante el interruptor para ver si todo va bien. La máquina debe girar en el mismo sentido que cuando funcionaba como generatriz y el amperímetro acusar una absorción de corriente comprendida entre 4 y 7 A, girando sin carga alguna; si absorbiese mucho más, es evidente que hay avería. Tiene la mayor importancia que observe las indicaciones del amperímetro, cuya debida interpretación nos diagnosticará la causa de la falla.

c) Si el amperímetro acusa una desviación total, hay una derivación a la masa, lo que se denomina una "tierra". Puede ser del inducido, del soporte de las escobillas, etcétera.

d) Si la aguja del amperímetro oscila y el inducido gira a sacudidas o trepida, es muy probable que el bobinaje tenga un cruce. Cerciórese de que el inducido gira libremente, que los cojinetes no están fundidos y que el núcleo de hierro no toca con las masas polares; si al girar se oye algún ruido, es señal evidente de que hay alguna falla de orden mecánico, que puede repercutir en una avería eléctrica.

e) Si el inducido tiende a pararse o fluctúa su marcha cuando pasa ante determinada parte, es señal de que hay alguna bobina abierta. Para comprobarlo, lo mejor es sujetar el eje con una mano, lo más fuerte que se pueda, a fin de que el inducido gire muy lentamente: cuando coincida con la posición de la bobina abierta, observará que no debe hacer esfuerzo para aguantar el inducido.

f) Si el motor rehúsa funcionar, la avería puede residir en las bobinas de campo o en otra parte de los bobinajes. No queda otro remedio que desmontarla y hacer una revisión, siguiendo las instrucciones que daremos oportunamente.

180. Averías del inducido

Las anomalías del funcionamiento del inducido pueden ser debidas a dos causas distintas: a) eléctricas; b) mecánicas. Las averías eléctricas se refieren exclusivamente a los devanados (que, en rigor, son averías mecánicas: hilo roto, destrucción del aislamiento, etcétera), mientras que las averías mecánicas propiamente dichas se refieren al núcleo del inducido, al colector, a las escobillas, al eje y a los cojinetes.

a) Las averías eléctricas del inducido pueden ser las siguientes: 1) el circuito de una bobina está abierto, con lo cual se quiere significar que se ha roto el hilo de una o más bobinas, o bien que se ha desoldado la conexión con la correspondiente delga del colector; 2) una bobina puede estar en cortocircuito, o sea que tenga un cruce, es decir que el aislamiento se ha estropeado y varias espiras hacen contacto entre sí, no pasando, por lo tanto, la corriente por ellas; 3) puede ser que una bobina del inducido haga contacto con su masa por haberse estropeado el aislamiento; en tal caso se dice que hace contacto a tierra o a masa. La forma de poner en evidencia todas estas averías la trataremos en este mismo capítulo.

b) Las averías mecánicas pueden clasificarse en la siguiente forma: 1) el núcleo del inducido no es perfecta-

mente concéntrico con el eje, lo cual da lugar a que se origine una excentricidad que tienda a producir roces con las masas polares; 2) el eje algo torcido o los cojinetes no bien centrados pueden conducir a los mismos efectos; 3) si el colector se ha ovalado, impide que las escobillas puedan hacer contacto permanente; 4) el portaescobillas torcido puede dar lugar a que los carbones apoyen mal sobre el colector.

Por consiguiente, las averías pueden estar en el devanado o en el exterior del mismo. La única falla eléctrica que puede arreglarse sin desmontar el inducido es que se haya desoldado una o más conexiones de los cabos de bobina con las delgas del colector; si se procede con sumo cuidado, pueden hacerse las soldaduras estando la máquina montada. En realidad, esta avería es sintomática; generalmente, obedece a una bobina por la cual circula una corriente excesiva, cuya elevación de temperatura produce que se funda la soldadura.

Vamos ahora a sacar el inducido y comprobar cuál de las tres causas consideradas anteriormente es la que provoca su avería: a) circuito abierto; b) circuito con un cruce; c) contacto a la masa. Finalmente, veremos cómo se comprueban las bobinas de campo.

181. Devanado del inducido abierto

Los síntomas que presenta la rotura del bobinaje de un inducido son las siguientes:

a) La dínamo carga con débil intensidad la batería;

b) Si es el motor de arranque, no pone en marcha el motor del coche o lo hace lentamente;

c) Las delgas del colector donde terminan los cabos de la bobina abierta tienen las conexiones desoldadas;

d) Las delgas correspondientes a la bobina rota presentan señales de chispazos con las delgas contiguas;

e) Las escobillas producen fuerte chispeo al pasar por la delga de la bobina rota.

Una vez desmontado el inducido de la máquina, debe procederse a examinarlo, lo cual puede hacerse de dos formas distintas: 1) con corriente continua; 2) con corriente alterna. El primer procedimiento tiene la ventaja de que no requiere ningún dispositivo especial, bastando un voltímetro de reducida escala (hasta 3 V), o bien un par de auriculares, 2 pilas secas y dos escobillas; el montaje indicado esquemáticamente en la figura 208 se realiza para una máquina de dos polos, y colocando las escobillas a 90°, o sea, en ángulo recto (en cruz), para una de cuatro polos.

1. **Comprobación con corriente continua.** Coloque el inducido en un caballete comprobador y realice las conexiones indicadas en la figura 208. Es aconsejable usar dos pilas secas conectadas en serie, y así dispondrá de una tensión de 6 V. En la figura indicamos claramente, respecto de las polaridades, la forma conveniente de conectar el voltímetro.

a) Coloque las dos escobillas de manera que cada una de ellas se apoye en una sola delga del conmutador, es decir que no toquen dos delgas contiguas a la vez (no como está representado en la figura);

b) Apoye las dos puntas de las conexiones del voltímetro en dos delgas contiguas y vea la indicación del instrumento; en todos los contactos que vaya haciendo con los otros pares de delgas debe obtener el mismo valor;

c) Observe que las dos escobillas, apoyándose sobre dos delgas diametralmente opuestas, hacen dos circuitos en paralelo: la mitad de las bobinas de la izquierda y la otra mitad de la derecha;

d) Considerando que hay una bobina de la izquierda rota o abierta (como representamos en la figura), es evidente que entre A y B sólo pasará corriente por la mitad de las bobinas de

la derecha; por lo tanto, al ir aplicando las puntas, el voltímetro no marcará, hasta aplicarlas en las delgas a y b, en cuyo momento se establece el circuito roto a través del instrumento de medición, desviando la aguja; es la señal de haber identificado la bobina averiada.

En vez del instrumento de medición puede utilizarse un par de auriculares, frotando con las puntas de los dos conductores a cada par de delgas contiguas del colector, y así ir dando la vuelta a todo el conmutador hasta localizar la bobina abierta.

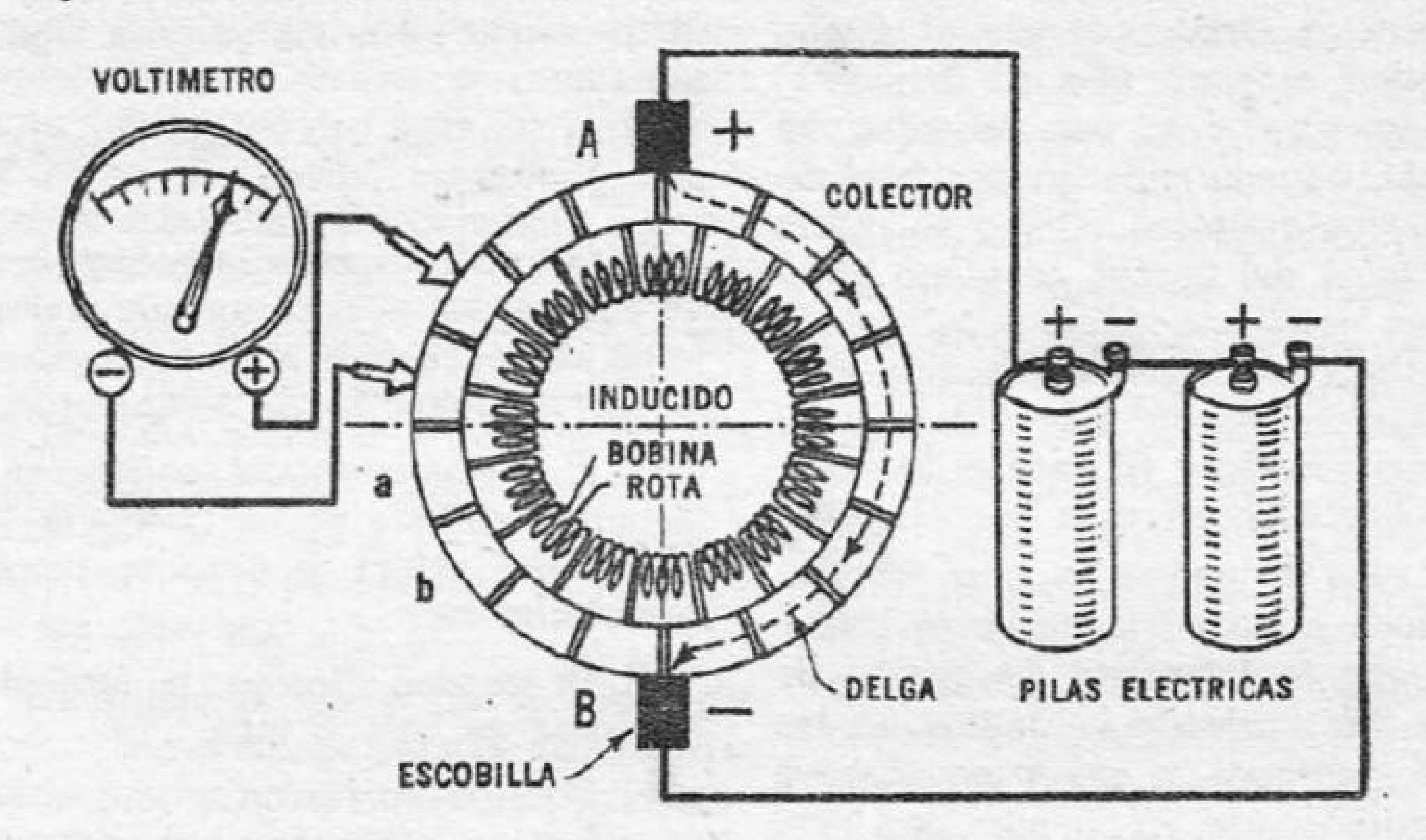


Fig. 208. Comprobación, con el voltímetro, del bobinaje de una dínamo o motor.

2. Comprobación con corriente alterna. El probador de corriente alterna consiste en un núcleo de hierro dulce, laminado, en forma de U; en cada brazo se coloca una bobina semejante a las bobinas de campo de las dínamos y motores eléctricos (fig. 209). Los ex-

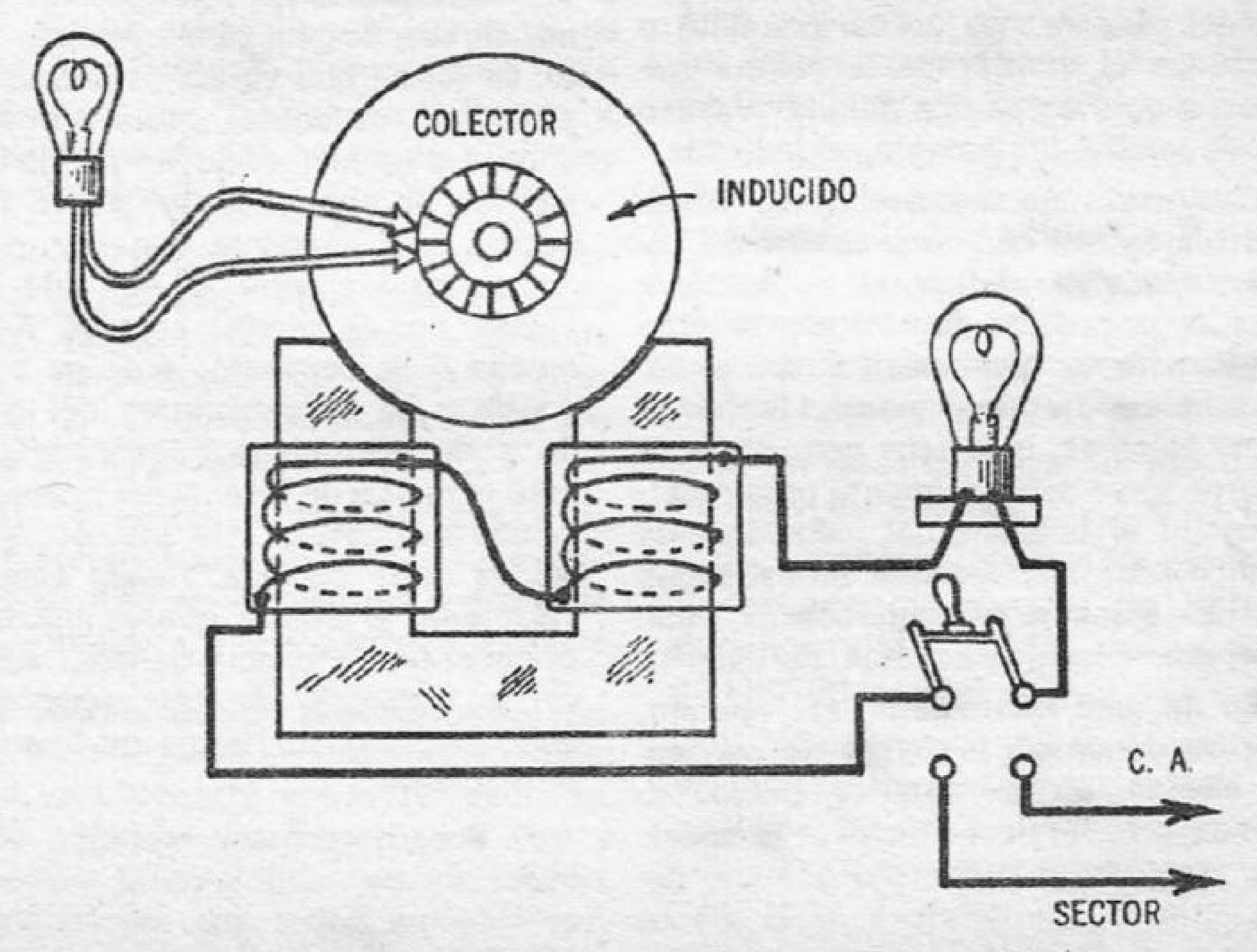


Fig. 209. Probador de inducidos empleando la corriente alterna del sector.

tremos de los brazos en U tienen la forma exterior del inducido, de manera que al pasar la corriente alterna por los devanados del probador, su masa de hierro es atravesada por el campo magnético alterno que se forma, el cual atraviesa, a su vez, la masa del inducido, engendrando en sus bobinas una corriente alterna. Como se utiliza la corriente del sector, conviene intercalar en serie una lámpara del voltaje de la línea, de manera que sólo deje pasar una intensidad apropiada al bobinado del inducido. Si saca el inducido del probador, interrumpa la corriente.

La forma de operar es muy sencilla. Se coloca el inducido sobre el probador y con la lamparita de prueba de 6 V se van haciendo contactos en las delgas contiguas, a ver si se observa una extinción de luz, o bien que ésta se enciende solamente al hacer contacto con dos delgas determinadas. La intensidad lumínica debe ser siempre la misma; si se observan fluctuaciones, es debido a una rotura o a un cruce; la primera se distingue por encenderse la lamparita solamente en las dos delgas contiguas a la que une la bobina rota, mientras que la variación, aumentando en intensidad al tocar dos juntas, es señal de un cortocircuito o cruce en el interior de la bobina que interconecta estas dos delgas. Váyase dando vuelta, lentamente, al inducido.

Conviene, una vez que se ha verificado la bobina con el probador de corriente alterna, definir si es apertura o cruce por medio de la comprobación con corriente continua, tal como hemos indicado anteriormente. Dicho en otras palabras, la prueba con corriente alterna sirve principalmente para determinar si el bobinaje del inducido está bien o mal; una vez que se sabe que es defectuoso, la comprobación con corriente continua es más definida.

En fin, una aclaración: este aparato, que se denomina probador de corriente alterna, en los Estados Unidos lo llaman **growler** (pronúnciese: **gráuler**), que significa gruñidor, por el ruido característico que produce la corriente alterna, si se escucha con el teléfono.

182. Cortocircuito del inducido

Los síntomas que presenta un inducido cuando alguna de sus bobinas está formando un cruce son los siguientes:

a) El inducido se calienta excesivamente;

b) Los extremos de la bobina cruzada conectados al colector, generalmente se han desoldado a consecuencia de la fuerte elevación de temperatura;

c) El aislamiento del conductor de la bobina dañada se ha quemado (por efecto del calor) y despide un olor característico;

d) Si es una dínamo, la intensidad de carga es baja o nula;

e) Si es un motor de arranque, hace mover muy lentamente al motor de explosión, o bien, la mayoría de las veces, no lo mueve.

Para poner en evidencia la bobina averiada se puede proceder, como en el caso anterior, con corriente alterna mediante el probador o con corriente continua. Veamos ambos procedimientos.

1. **Comprobación con corriente alterna.** Si una bobina está en cortocircuito, de forma que varias de sus espiras se toquen, es debido a que varios conductores se han unido en paralelo; su sección ha aumentado y, por lo tanto, pasará más corriente que por el conductor de las bobinas que está bien. Luego, por la bobina cruzada pasará mucha más corriente, que es lo que ocasiona el calentamiento del inducido y de las delgas correspondientes. Este aumento de intensidad produce un campo magnético más intenso que el de las otras bobinas, siendo éste precisamente el efecto que se utiliza para localizar la bobina dañada, además de la elevación de temperatura que ésta adquiere. La forma de operar es la siguiente:

a) Puesto en funcionamiento el probador de corriente alterna, se coloca el inducido sobre sus masas polares (fig. 209);

b) Pase una lámina de acero (una sierra, por ejemplo), sostenida por un extremo, muy cerca de la superficie del inducido, cuando pase delante del canal donde hay una bobina cruzada, notará que la lámina de acero vibra más intensamente; esto es debido al aumento del campo magnético por la fuerte intensidad de corriente que circula por esa bobina;

c) Vaya haciendo girar el inducido con la mano izquierda, mientras con la derecha sostiene la lámina de acero; localizará dos puntos, pues sabemos que una bobina tiene dos lados y que cada uno de ellos se aloja en ranuras distintas.

d) Toque la parte de la masa del inducido por donde pasa la bobina averiada y comprobará que tiene una temperatura más elevada que el resto de la masa metálica;

e) Si observase que dando una vuelta completa al inducido sobre el probador la lámina no ha tenido tendencia a vibrar más fuertemente en ciertos sitios, es señal de que el inducido que se está examinando no tiene ninguna bobina en cortocircuito;

f) Observe ahora el conmutador: si dos delgas estuviesen en contacto, es decir, que hubiese un cruce entre ellas, observará que están muy calientes y, probablemente, los cabos de bobina se han desoldado;

g) Cuando hay una avería por cortocircuito, hay que revisar cuidadosamente el colector; casi siempre la soldadura salta sobre las delgas o entre otras dos conexiones, ocasionando averías suplementarias;

h) Si se ha tenido que operar en el colector, antes de poner el inducido nuevamente en servicio es indispensable someterlo a una perfecta limpieza.

2. **Comprobación con corriente continua.** Se procede en una forma similar a la ya explicada; ahora, no obstante, debe reducirse la batería auxiliar a una sola pila eléctrica, para disminuir la intensidad que pasaría si hubiese un cortocircuito.

Al hacer contacto con las puntas conectadas al voltímetro, se observará que siempre se obtiene la misma lectura, excepto cuando se haga contacto a las delgas que conectan la bobina cruzada: el voltímetro marcará menos. La explicación de por qué sucede esto es debido a que, en realidad, lo que hacemos al ir haciendo contactos con las diversas delgas es medir la caída que produce cada bobina, cuyo valor numérico es igual al producto de la intensidad multiplicado por el valor de la resistencia de cada bobina; ahora bien, como la resistencia de una bobina en cortocircuito es menor que la de otra que tenga el circuito completo, resulta que la caída de tensión que se origina es también menor y, por consiguiente, el voltímetro, que mide en realidad el producto $R \times I$, acusa una desviación más pequeña cuando cierra el circuito de una bobina cruzada.

183. Contacto a masa del inducido

Esta avería consiste en que el conductor de un devanado se ha roto y hace contacto con la masa metálica, o bien que una o más delgas del colector hacen contacto con el eje, lo que se llama contacto a tierra o a masa.

Los síntomas que presenta un inducido con derivación a masa son muy similares a los que ya hemos considerado al estudiar los efectos del cortocircuito de una bobina; no obstante, los mencionamos, para saber interpretar su diferencia:

a) La masa metálica del inducido se calienta en exceso;

b) Alguna conexión se ha desoldado: la que conecta el cabo de la bobina defectuosa con las dos delgas correspondientes;

c) El aislamiento se ha quemado por el exceso de corriente, debido a la disminución de la resistencia del circuito de la bobina averiada;

d) En una dínamo, la carga de la batería es débil o nula;

e) Si es un motor de arranque, pone en marcha al motor de explosión muy lentamente o no lo mueve siquiera;

f) Encienda las luces y apriete el interruptor del motor de arranque: los faros casi se apagarán, lo cual demuestra el excesivo paso de corriente por el cortocircuito. Se supone que la batería está muy bien cargada cuando se efectúa la prueba anterior, ya que de lo contrario podría atribuirse la caída de la intensidad de las luces a la descarga del acumulador.

Una vez comprobados los síntomas, debe localizarse en qué sitio está la avería, para lo cual es conveniente operar estando la dínamo o el motor de arranque totalmente montado en el coche. La forma de proceder es la siguiente:

a) Levante los carbones y coloque entre ellos y el colector un trozo de papel seco;

b) Apoye la punta de uno de los cables aislados (que salen de los bornes 1 y 2 del tablero) al eje o a la masa de la máquina; con la punta libre del otro cable haga contacto primero en una y luego en la otra escobilla, aisladas mediante el papel (fig. 210); si la lámpara del tablero se encendiese, es señal de que hay circuito entre la escobilla y la masa, o sea que el portaescobilla hace contacto a tierra. Si la máquina tiene más de dos escobillas, deben probarse todas;

c) Limpie cuidadosamente el colector con un trapo y nafta (gasolina) para sacar toda traza de residuos grasosos, carbón, etcétera; limpie también el portaescobillas y vuelva a repetir la prueba; a veces el cortocircuito desaparece, lo cual lo pondremos en evidencia al ver que no se enciende la lámpara al hacer contacto (con las escobillas levantadas) entre la masa y el portaescobillas;

d) Pruebe ahora, entre las delgas del conmutador y la masa de la máquina, si hay cortocircuito entre alguna delga y el eje; se identifica al ver que la luz se enciende. Márquela con tiza.

Si ha encontrado en las pruebas b) o d) la evidencia de un cortocircuito, hay que desarmar el inducido, colocándolo sobre una mesa de madera o, mejor aún, sobre un caballete. Observe cuidadosamente si siente olor de aislamiento quemado, si ve alguna soldadura desprendida del colector, si hay partes del inducido más caliente que otras, etcétera, con lo cual orientará sus investigaciones. Si la bobina no se ha quemado, la mayoría de las veces el defecto proviene del sitio donde el conductor que forma cada bobina se apoya contra el ángulo vivo de la ranura; si se ha destruido el cartón protector, el aislamiento del algodón se separa bien pronto y el conductor hace contacto con el hierro del inducido, quedando establecida la derivación a masa. Es necesario aislar bien este punto, para lo cual, a veces, es preciso deshacer la bobina averiada, desoldar el cabo correspondiente del colector, etcétera. Una vez conseguido un aislamiento perfecto, pruebe si ha desaparecido el cortocircuito; en caso afirmativo, monte el inducido en la máquina (dínamo o motor) y pruébelo a ver si todo marcha correctamente.

Algunas palabras sobre el tablero de prueba. La derivación se saca de la línea del alumbrado y la lámpara debe ser del voltaje adecuado; es aconsejable el uso de fusibles, aunque no son necesarios porque la lámpara ya protege la instalación. El interruptor es del tipo corriente, bipolar; los dos cables deben estar bien aislados y sólo dos puntas deben estar descubiertas para hacer contacto en los sitios donde deben apoyarse. enviando así a ellos el fluido eléctrico; es conveniente que estos cables, bien flexibles. terminen con dos mangos de madera.

184. Comprobación de las bobinas de campo

Las diversas causas que pueden producir un mal funcionamiento de la máquina eléctrica (motor o dínamo) son las siguientes:

1) Los devanados están abiertos, en cortocircuito o hacen contacto a masa;

2) Las bobinas están mal interconectadas entre sí;

3) Alguna bobina presenta una polaridad contraria.

Para poner en evidencia estas diversas anomalías procédase de la siguiente forma:

a) Deshaga las interconexiones que unen las bobinas entre sí, para lo cual debe sacar la cinta aislante y luego deshacer las conexiones. Asimismo, saque la conexión a masa.

b) Empleando el mismo dispositivo de comprobación de la figura 210, toque con una punta de los cables que vienen del tablero un extremo libre hay un cruce en el devanado de cada bobina. Para saberlo podemos emplear el procedimiento del amperímetro o el del voltímetro. En el primer caso se intercala en serie con cada bobina una pila seca de 1,5 V y un amperímetro, y se anota su lectura; desde luego, debe ser igual en todas las bobinas, y si en alguna fuese inferior, es que tiene un cortocircuito (generalmente en los bornes de la bobina, por haberse destruido el aislamiento por rozamiento). Conviene comparar el valor de la corriente con el que indica el fabricante de la máquina y ver si es el correcto; evidentemente, hay que utilizar una fuente de energía eléctrica que tenga la presión debida.

El método del voltímetro consiste en ir conectándolo, con una pila, en cada

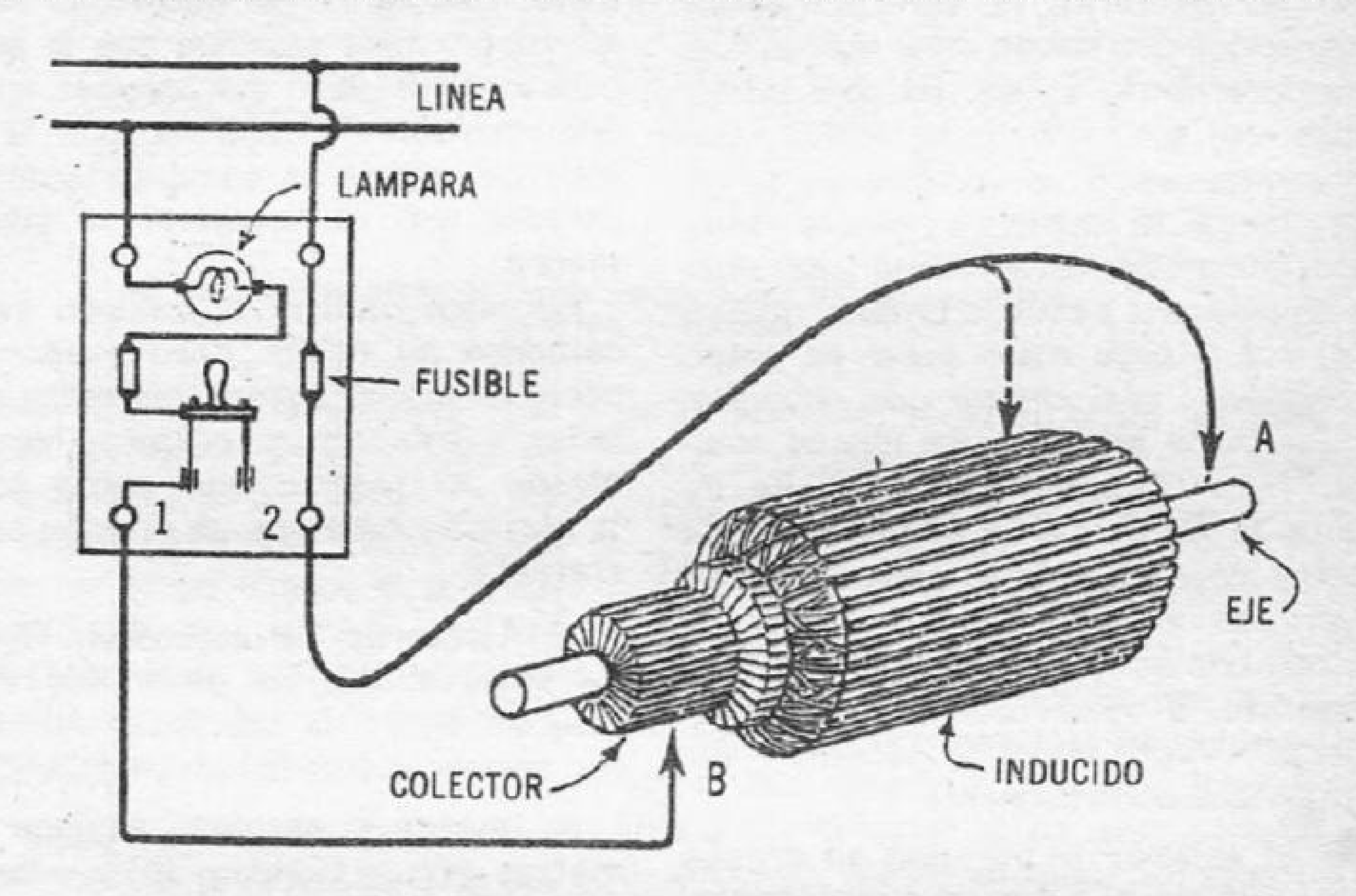


Fig. 210. Prueba de inducidos para saber si sus devanados hacen contacto a la masa.

de cada bobina, y con la otra punta toque la masa del inducido. Haga la prueba con todas las bobinas que tenga la máquina; en ningún caso debe encenderse la luz, de lo contrario es que hay una derivación o contacto con la masa del inducido. En tal caso debe desmontarse para ser reparada o rebobinada.

c) Si no se ha encontrado derivación a masa, entonces debe averiguarse si bobina, y ver las caídas de tensión que acusan; si alguna tiene un cruce, marcará una tensión más baja.

d) Las pruebas realizadas en c) con el amperímetro deben también interpretarse en la siguiente forma: 1) si una bobina acusa una intensidad más baja que las otras, casi seguro que es debido a un mal contacto de sus extremos; deben ser cuidadosamente limpiados con papel de esmeril, etcétera.

a fin de asegurar un contacto perfecto. Si la lectura fuese nula, es señal evidente de que no pasa corriente, es decir que en algún punto el conductor está roto: la bobina está abierta. Localizarlo, soldarlo bien y aislarlo luego.

Si se ha encontrado que el inducido no tiene avería ni tampoco las bobinas de campo, entonces hay que ver si las interconexiones de las bobinas están invertidas. Para ello, conectemos entre sí las bobinas y en sus dos bornes extremos, es decir, el de entrada y el de salida de la totalidad de las bobinas de campo, conectemos una batería de 6 V. Primero probar con un solo elemento, o sea, 2 V; si no es suficiente, probar con dos elementos, es decir, 4 V, y, en último recurso, toda la batería. Evidentemente, las masas polares formarán la serie de polos magnéticos que deben estar dispuestos alternadamente, o sea, un polo norte, luego uno sur, otro norte, y así sucesivamente, según el número de polos que tenga la máquina. Ahora bien, para comprobar este orden alternado se emplea una pequeña brújula, que se acercará a cada masa polar en orden continuado: casi seguro que encontrará dos polos seguidos del mismo nombre. Para subsanar esta anomalía invierta la entrada con la salida de la bobina de este polo y vuelva a hacer la prueba; si encuentra que los polos forman una cadena alternada, ya se ha arreglado la causa del mal funcionamiento. Pruebe ahora la máquina a ver si funciona correctamente.

f) Si estando la máquina en prueba se observase que gira al revés, invierta las dos conexiones extremas de las bobinas de campo que se unen a las escobillas; esto hace invertir las polaridades y, por lo tanto, el inducido girará ahora en sentido contrario.

g) Efectuando pruebas en el banco de trabajo, se corre el peligro de que las limaduras de hierro que siempre hay desparramadas sean atraídas por las bobinas de campo e inclusive por los inducidos al hacer pasar por sus devanados la corriente. Las partículas metálicas se incrustan en los bobinajes y luego, con el movimiento de la máquina, ocasionan cortocircuitos entre espiras; asimismo, se colocan entre las delgas, terminando por incrustarse en los carbones, rayando la superficie del colector. Debido a todo esto, recomendamos que las pruebas con las máquinas eléctricas se hagan siempre en una mesa que esté bien limpia, colocando sobre ella un papel blanco para evitar que las limaduras pueden ser atraídas hasta las masas metálicas magnetizadas. No olvide este consejo.

185. Ajuste de las escobillas

Para que la dínamo y el motor de arranque funcionen debidamente es condición esencial que el contacto entre el colector y las escobillas sea el adecuado. Esto significa que la superficie curvada debe ser idéntica en ambos elementos y, además, que la presión que ejerza la escobilla contra el colector sea la necesaria, ni más, ni menos.

Por este motivo, el cuidado de los carbones es doble: debe asegurar la coincidencia de superficies entre escobillas y colector, y, además, hay que ajustar el resorte que actúa contra la escobilla para que su presión sea la correcta.

a) **Ajuste de los carbones.** Cuando se observa que las escobillas no se adaptan bien a la curvatura del colector, es necesario hacer un ajuste.

Se levanta la escobilla algunos milímetros [fig. 211 (a) y (b)] y se coloca debajo de ella una tira de papel de lija (no esmeril) muy fino; por ejemplo, del tipo 00. Debe colocarse con la parte granulada hacia arriba, o sea, tocando la superficie del carbón, como indica la figura 211 (a), dejando entonces descansar la escobilla suavemente. Así las cosas, se mueve el papel de lija con las dos manos, arriba y abajo, conservando siempre la posición vertical indicada en (a), hasta que la superficie ha adquirido la misma curvatura del colector. Entonces se levanta la escobilla y se sacan los

ángulos vivos que han quedado; esto se consigue colocando un trozo de papel de lija sobre una superficie bien plana y se desplazan suavemente los ángulos mencionados, hasta que desaparecen.

En (b) de la misma figura indicamos la forma correcta de operar en lo que se refiere a la anchura que debe tener la tira de papel de lija en relación con la de la escobilla; en (c) y en (d) presentamos las formas indebidas, que no proporcionan ni una superficie perfecta de contacto (c) ni son iguales en toda la anchura de la escobilla (d). Estas dos formas últimamente indicadas no deben practicarse nunca.

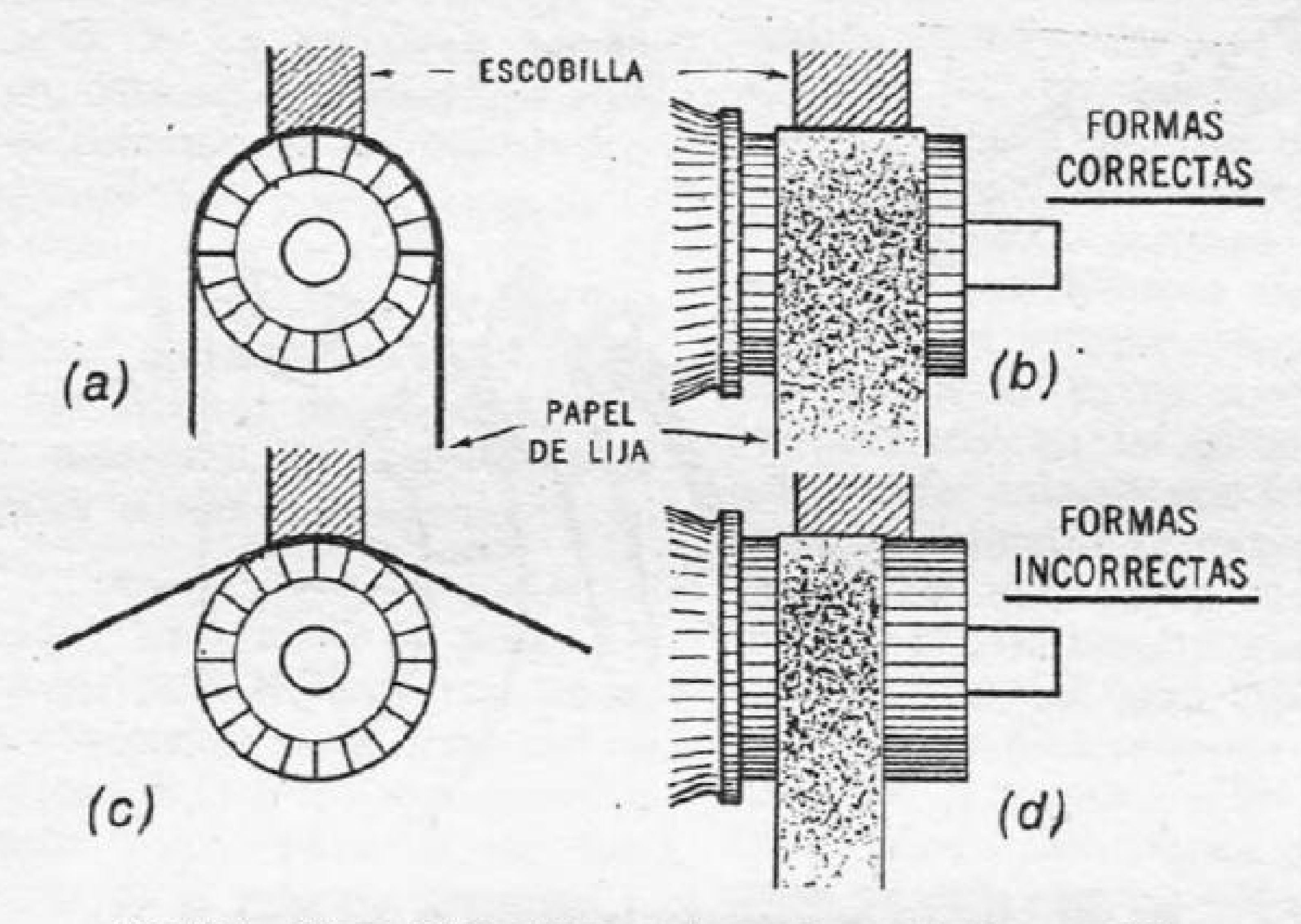


Fig. 211. Cómo deben ajustarse los carbones de las escobillas de las dínamos y motores.

b) **Ajuste de la presión.** Si una escobilla no actúa con la debida presión contra las delgas del colector, trepida y produce chispas, con el consecuente deterioro del colector y la escobilla.

Para ajustar la fuerza que el resorte acciona contra la escobilla se utiliza un dinamómetro, conocido vulgarmente con el nombre de romana. Consiste en un resorte con una escala graduada que señala el esfuerzo de tracción que se ejerce entre el gancho y la anilla, según representa la figura 212.

Para hacer este ajuste es casi necesario sacar la dínamo o motor del coche y colocarlo en el banco. De esta forma son accesibles los lugares donde están las escobillas.

Se mide el valor que señala el dinamómetro en el instante preciso en que dejan de hacer contacto el colector con la escobilla que se está comprobando. Este valor depende del tipo de la máquina, variando entre los límites siguientes:

Dínamos: entre 400 g y 500 g

Motores: entre 675 g y 800 g.

Es necesario que todas las escobillas de una misma máquina tengan la misma presión, o sea que el esfuerzo con el cual pierde el contacto la escobilla y el colector debe ser no sólo el correcto, sino, además, el mismo para todas las escobillas. La graduación se obtiene actuando, según el dispositivo particular de cada máquina, en la tensión del resorte que presiona cada escobilla.

Es una operación sumamente delicada el ajustar los carbones y su adecuada presión. Muchas veces se tiene todo el sistema eléctrico del coche funcionando mal, no habiendo otra causa sino un mal ajuste de las escobillas. Consulte la tabla de valores para el tipo de máquina que esté ajustando y obtenga el más exacto posible,

después de haberse asegurado de que la superficie de contacto es perfecta. Sin embargo, esto no es todo: es necesario que el colector esté en perfectas condiciones, de lo cual vamos a ocuparnos seguidamente.

verizando por el roce con el carbón de las escobillas.

El inconveniente del desgaste del colector está en que su superficie deja de ser uniforme y, por lo tanto, las escobillas ya no se apoyan totalmente

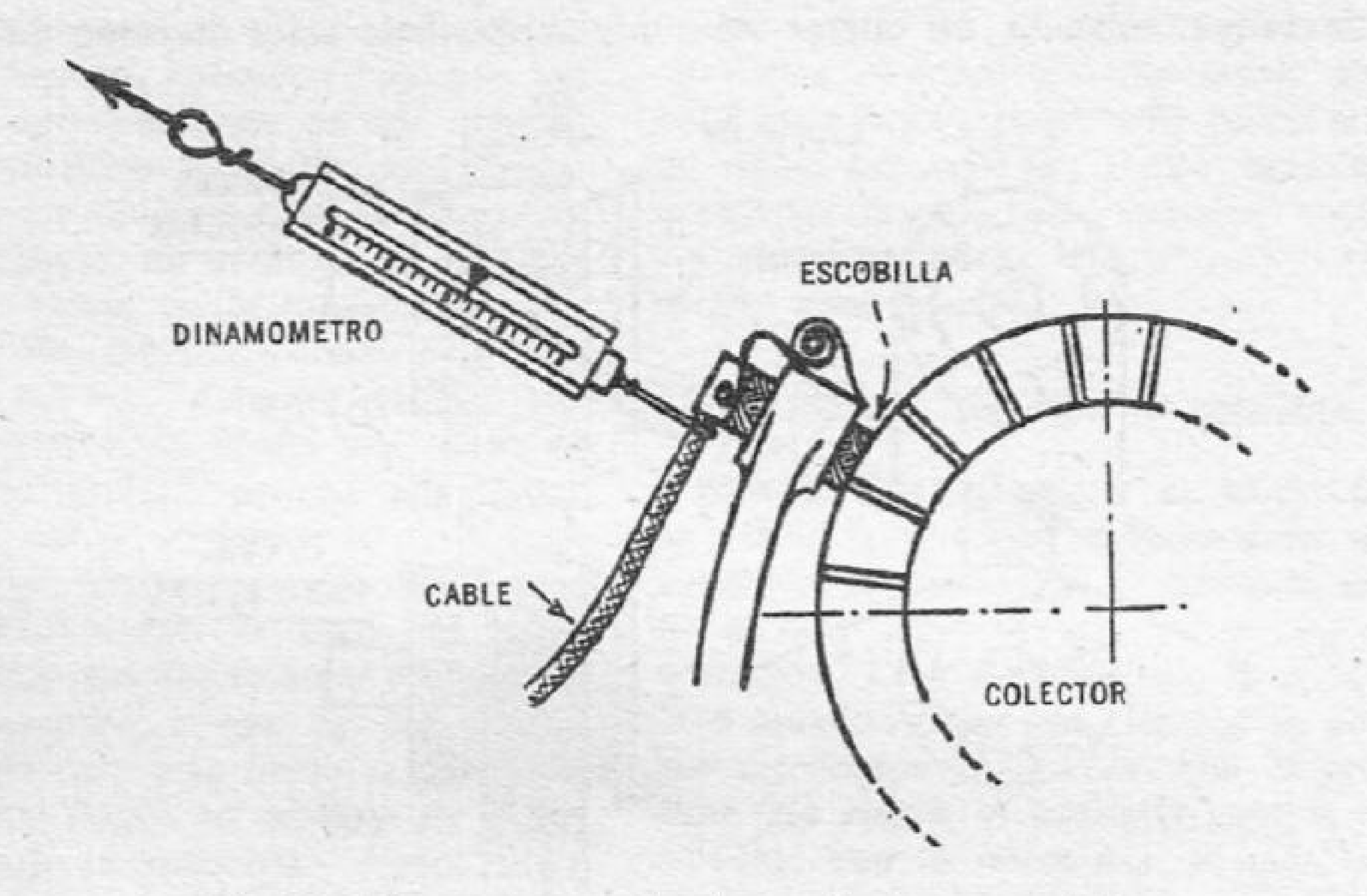


Fig. 212. Manera de comprobar la presión de una escobilla contra el colector.

186. Cuidado del colector

El rozamiento de las escobillas ocasiona un desgaste en la superficie del colector, formando una hendidura del ancho de los carbones. Esto es debido a que las delgas, siendo de cobre, metal relativamente blando, se van pul-

sobre él; además, como entre las delgas hay interpuestas láminas de mica (para aislarlas eléctricamente), resulta que al rebajarse el diámetro del colector bien pronto los carbones hacen contacto con ellas, de donde resultan los más graves inconvenientes perturbadores. En efecto, las láminas

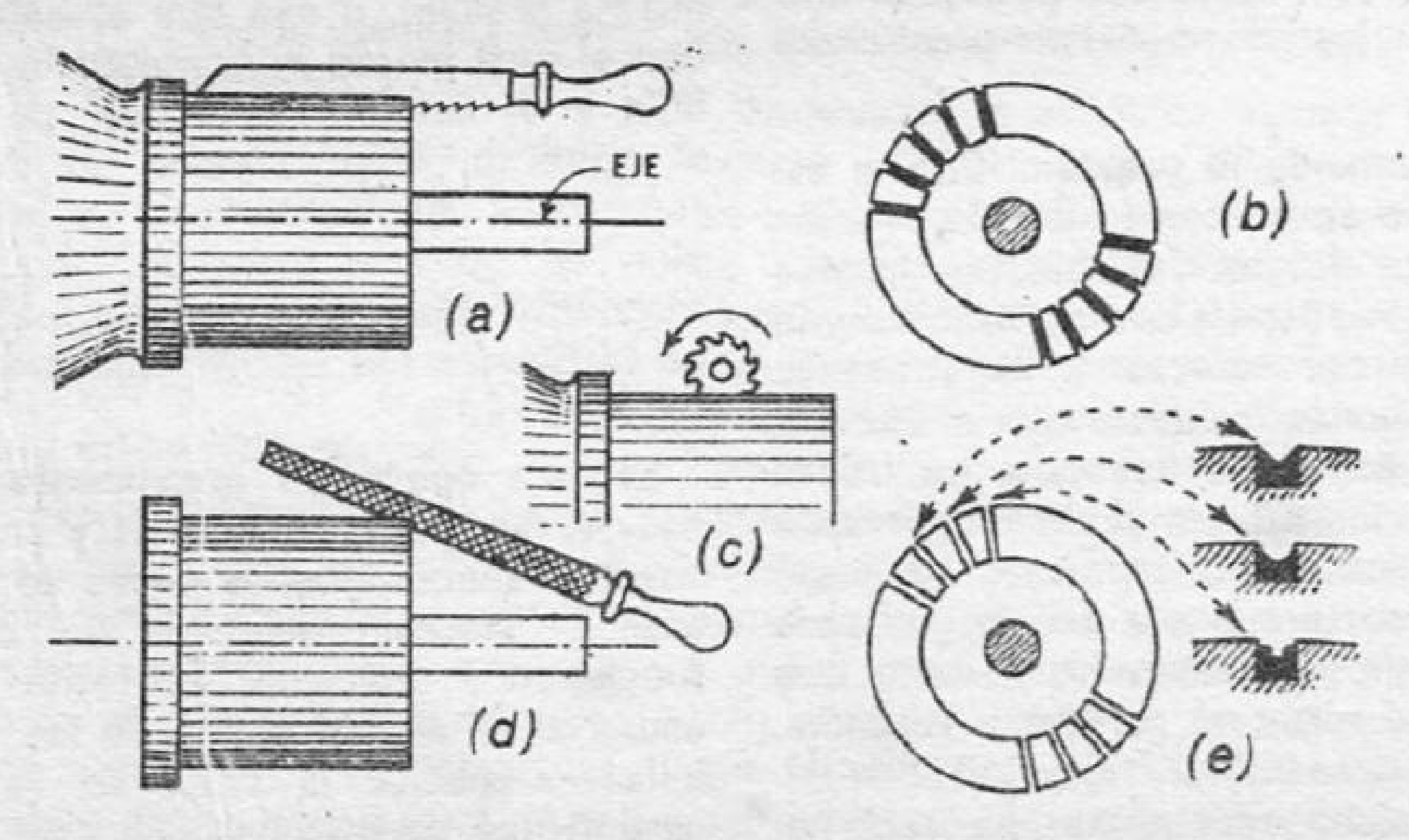


Fig. 213. Procedimientos empleados para rebajar la mica colocada entre las delgas.

de mica son muy duras y, en cambio, los carbones de las escobillas son blandos, para que rayen y gasten lo menos posible las delgas de cobre que forman el colector; por lo tanto, cuando los carbones llegan a tocar las láminas de mica, suceden dos cosas: 1) se gastan muy pronto y, con su contacto, se producen resaltes en el contacto de los carbones, ocasionando un chispeo que destruye muy pronto el colector; 2) se vuelve irregular su superficie y gran parte de la energía eléctrica se malgasta, por todo lo cual es indispensable hacer dos operaciones: a) aumentar la profundidad de las láminas de mica; b) tornear la superficie del colector para que vuelva a ser perfectamente cilíndrica.

a) **Rebajar las láminas de mica.** Esta operación debe hacerse con herramientas especiales; de lo contrario se hace mal, con el consecuente deterioro del colector y, por ende, un mal funcionamiento de la máquina eléctrica.

La forma correcta de proceder la indicamos en la figura 213. En (a) vemos cómo se opera mediante una herramienta similar a una sierra, de una anchura adecuada a la de la ranura que se debe profundizar. Es necesario manejarla con mucho cuidado para no estropear las delgas laterales. La forma en que queda la ranura, una vez rebajada, la indicamos en (b): deben quedar las paredes de las delgas de cobre limpias de toda traza de mica y es primordial, además, que la herramienta no haya comido nada de cobre.

Por la gran cantidad de colectores que constantemente se están arreglando en los talleres dedicados al cuidado de máquinas eléctricas, y con el fin de facilitar esta delicada operación, se han construido unas maquinitas especiales destinadas a rebajar la mica de los colectores. Consisten, esencialmente, en una fresadora en miniatura; el inducido se coloca entre dos puntas, en forma similar a como se colocaría en un torno, y por el extremo del colector una fresa de muy pequeño diámetro se desplaza paralelamente al eje, según indicamos en (c). El trabajo resulta exacto, nítido, efectuándose con gran rapidez.

La manera incorrecta de efectuar la operación la indicamos en (d)) de la misma figura 213. Nunca debe procederse de esta manera, utilizando limas triangulares, media caña o muy delgadas, porque conducen a los pésimos resultados que representamos en (e).

b) **Tornear la superficie del colector.** Una vez que se han rebajado las láminas de mica, siempre es necesario tornear la superficie del colector; a veces se tornea el colector sin que sea necesario rebajar las micas.

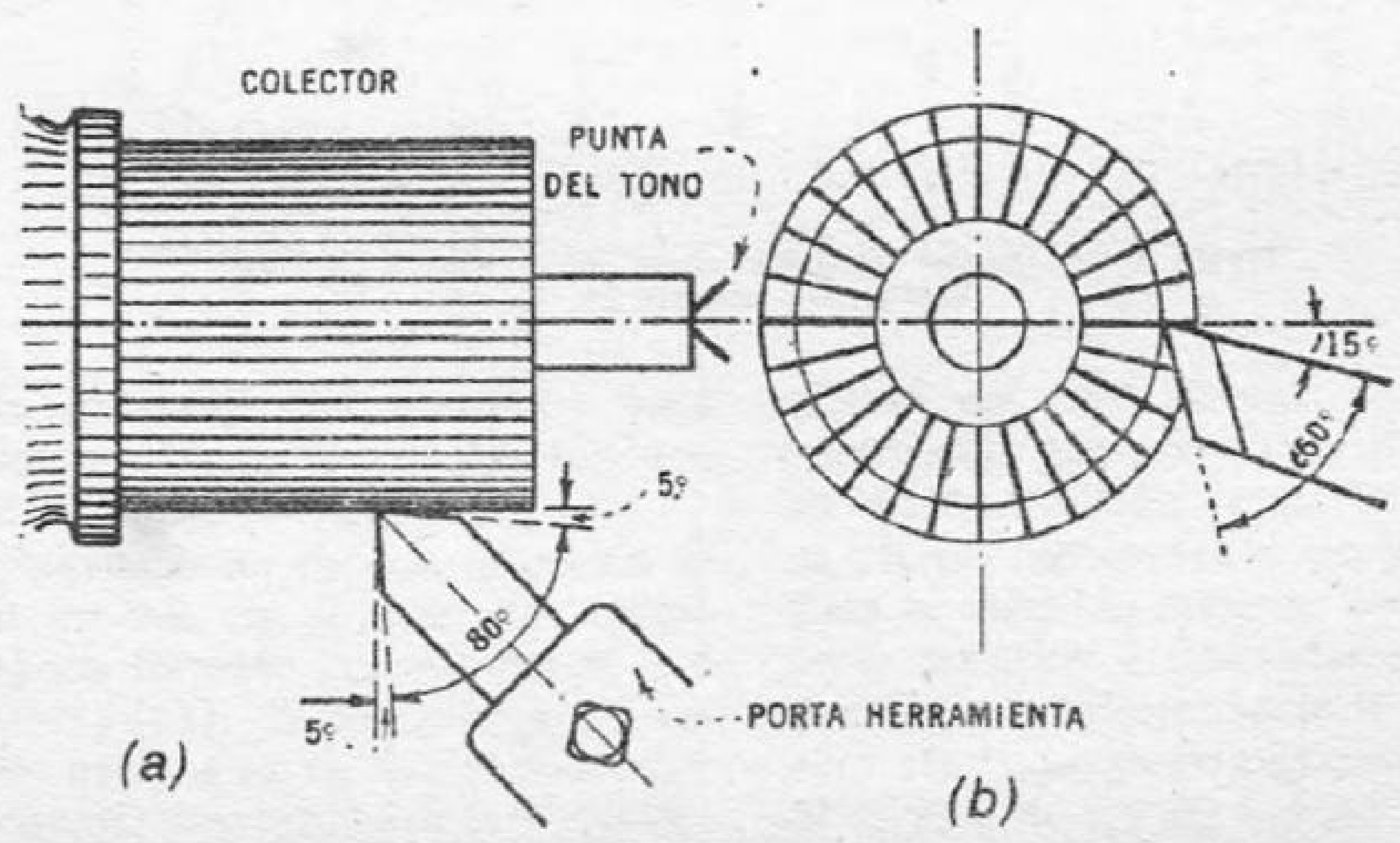


Fig. 214. Método empleado para tornear la superficie de los colectores.

Para efectuar esta operación se coloca un mandril en el extremo del eje opuesto a donde está el colector, poniendo un trozo de plancha de plomo u otro metal blando para que el tornillo del mandril no lo marque; luego se pone el conjunto del inducido entre las puntas de un torno pequeño al tamaño de los inducidos empleados en las máquinas eléctricas de los automóviles.

La herramienta del torno debe ser de las empleadas para metales blandos, es decir, de punta plana, con un ángulo frontal de 80° y un ángulo de corte de 60°. Los detalles constructivos de esta herramienta los indicamos en la figura 214, así como la manera en que debe colocarse el portaherramienta del torno, formando un ángulo de 5° con la superficie del colector. La velocidad debe ser elevada, como conviene en todos los trabajos al torno de metales blandos.

Debe rebajarse lo menos posible, lo absolutamente indispensable para obtener una superficie bien lisa, sin que se note ninguna zona donde la herramienta no haya tocado. Una vez obtenido esto, conviene repasar la parte torneada con papel de lija (nunca tela esmeril) muy fino; esta operación debe hacerse muy suavemente para que quede bien lisa toda la superficie del colector.

Finalmente, limpie los intersticios de las delgas con un poco de nafta y expúlsela luego por medio de un fuelle, para que no quede adherido ningún metal u otras sustancias extrañas.

SEXTA PARTE

EL MOTOR DE ARRANQUE

Capítulo XXIII

DIVERSOS SISTEMAS UTILIZADOS

187. Cómo funciona el motor eléctrico

Consideremos [fig. 215 (a)] un trozo de conductor rectilíneo, conectado por su extremo A al polo + de una pila eléctrica o a un acumulador, y por su extremo B al polo −. La corriente circulará por el alambre según indica la flecha, o sea, del + al −. Aplicando la regla de la mano derecha, el campo magnético formado por esta corriente alrededor del conductor será circular y dirigido en el sentido que indica la flecha curvada.

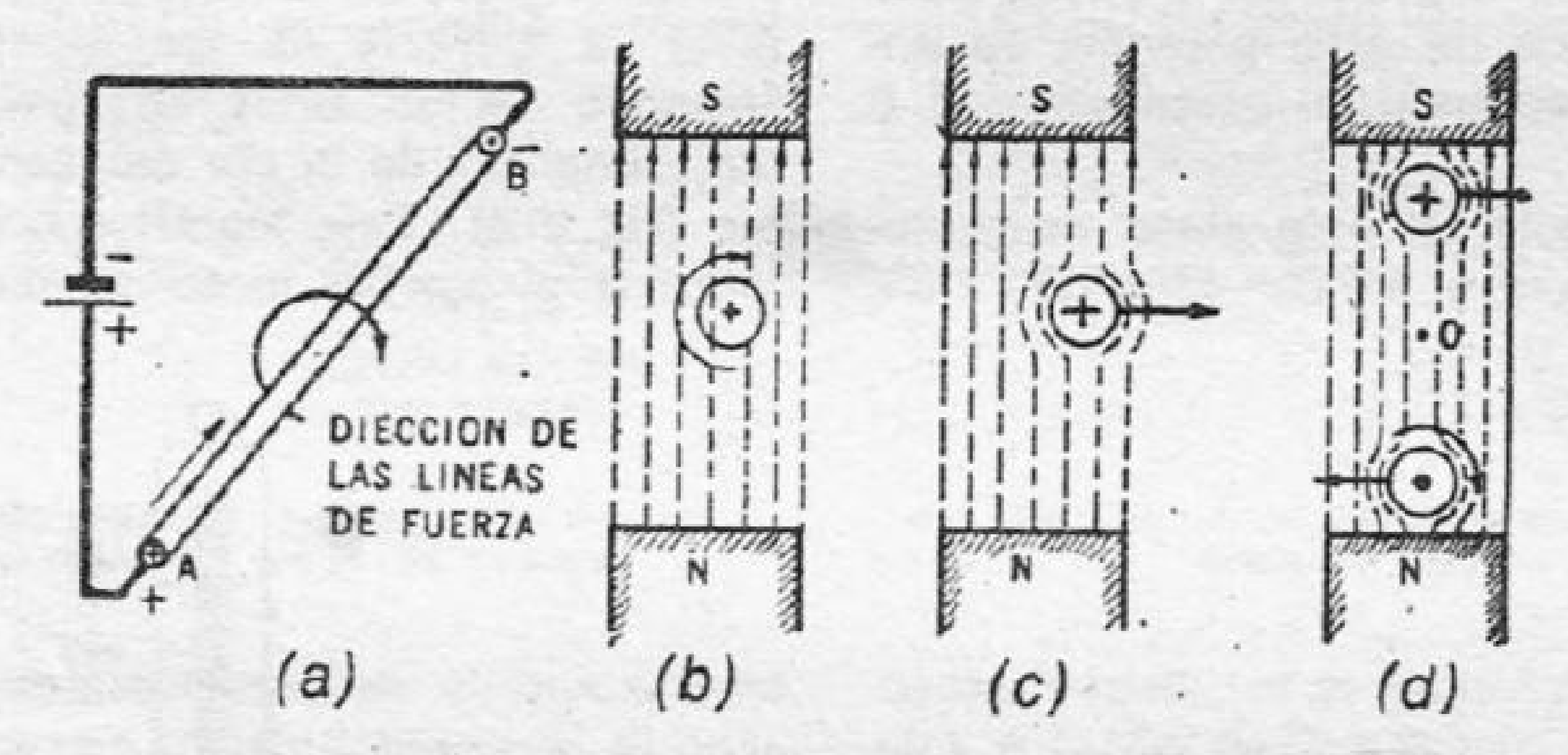


Fig. 215. Principio del motor eléctrico fundado en el efecto de los campos magnéticos.

Supongamos ahora que situamos al conductor AB en el seno del campo magnético formado por dos polos, N y S [fig. 215 (b)]. La reacción entre estos dos campos es tal que el conductor sufre una acción repulsiva que tiende a desplazarlo en la dirección señalada en (c). Este experimento tiene una importancia trascendental: hemos conseguido transformar el paso de una corriente eléctrica en un esfuerzo mecánico.

La aplicación del principio descrito la encontramos en los motores eléctricos, en los cuales las espiras que forman el bobinaje del inducido (conectadas unas tras otras con la corriente de la línea por medio del colector) van recibiendo ese efecto repulsivo, obteniendo de esta manera un esfuerzo continuado que mantiene el inducido en un movimiento rotatorio. La figura 215 (d) representa la espira que produce el esfuerzo máximo, tendiendo la parte superior a desplazarse hacia la derecha y la inferior hacia la izquierda; este efecto se conoce en mecánica con el nombre de par de fuerzas, que hace girar al inducido alrededor del eje O.

La corriente que circula por los devanados forma en su masa metálica un campo magnético que, reaccionando con el de las bobinas de campo, da lugar al fenómeno que ya hemos estudiado en el parágrafo 149; distorsión del campo magnético, que da lugar a la utilización de la tercera escobilla. Lo único que debe retenerse acerca de este punto, en el caso del motor eléctrico, es que el ángulo de desplazamiento de la escobilla es de sentido contrario a cuando la máquina funciona como generatriz.

188. Tipos de motores de arranque

En los autos primitivos se empleaban motores-generadores; actualmente se usan dos máquinas distintas: la dínamo o generatriz y el motor de arranque.

Como en el momento de poner en marcha el motor de explosión se requiere un gran esfuerzo mecánico, el único sistema adoptado para la excitación de los motores de arranque es el denominado en serie. Los tipos más usados son los que tienen el campo formado por dos o cuatro polos; sólo en vehículos de gran potencia se encuentran motores de arranque con 6 polos.

La potencia de esta clase de motores varía entre 0,5 CV (368 W), 1 CV (736 W) y a veces en coches grandes, hasta 1,5 CV (1 104 W). Como funcionan, salvo raras excepciones, a una tensión de 6 V, absorbida de la batería de acumuladores del coche, resulta que en el momento del arranque consumen una intensidad de unos 60 A si el motor es de 0,5 CV de potencia; unos 122 A si es de 1 CV y unos 186 A cuando la potencia es de 1,5 CV.

Esta intensidad, de valor tan elevado, sólo la consume el motor breves instantes, puesto que el inducido, al ponerse a girar en el campo magnético, engendra en sus devanados una corriente eléctrica, como si fuese una dínamo; como esta corriente es de sentido contrario a la que recibe la máquina para funcionar como motor, resulta que se produce lo que se llama un contravoltaje, cuyo efecto es limitar rápidamente la corriente que se absorbe de la batería, de forma que estos valores de intensidad, prácticamente, sólo circulan pocos instantes.

189. Reductor de velocidad

El par motor que son capaces de producir la mayoría de los motores de arranque de los autos es de 0,5 kg a una distancia de 30 cm del centro del eje (fig. 216). Esto significa que si sujetamos el eje del motor mediante un

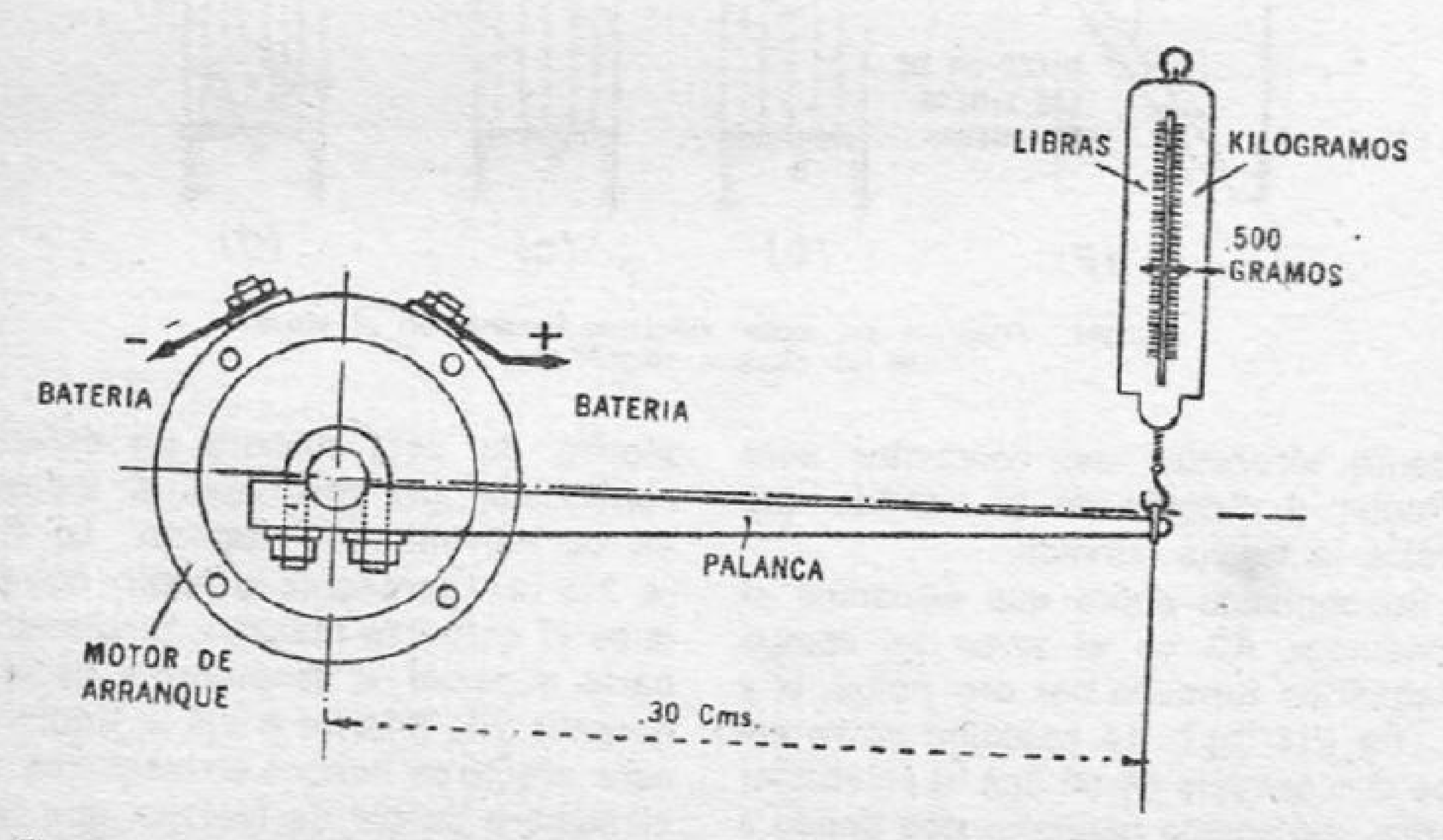


Fig. 216. Forma de medir la fuerza de los motores eléctricos con un dinamómetro.

dispositivo especial [1], absorberemos toda su potencia, frenándolo, al aplicarle una fuerza de unos 500 g (0,5 kg) desde una distancia de 30 cm del centro del eje.

Esta fuerza es insuficiente para vencer el gran esfuerzo que hay que realizar en el momento de la puesta en marcha de un motor de explosión. Basta con haberlo puesto en funcionamiento a mano, mediante la maneta (que, aproximadamente, tiene un brazo de palanca de unos 30 cm) para convencerse que con una fuerza de 0,5 kg no se conseguiría ningún resultado. Para salvar este inconveniente se recurre a un sistema de engranajes, verdadero conjunto de palancas, mediante el cual, con un pequeño esfuerzo, se consigue una fuerza multiplicada, a expensas de efectuar el trabajo en más tiempo.

esfuerzo para mover todo su mecanismo y producir la compresión de la mezcla, se utilizan dos reducciones de velocidad, como representamos en la figura 218.

Para establecer algunas cifras sobre el esfuerzo que consigue aplicarse al motor de explosión mediante estos juegos de engranajes, consideremos los dos ejemplos de las figuras 217 y 218. Si suponemos que el piñón, fijado a un extremo del eje del motor de arranque, tiene 10 dientes, comunicando el esfuerzo al volante del motor de explosión mediante una corona que supondremos tiene 120 dientes, la reducción de velocidad es, evidentemente de 120 ÷ 10 = 12 veces, significando que cada 12 vueltas que dé el motor eléctrico o de arranque el eje del motor de explosión dará una revolución. En

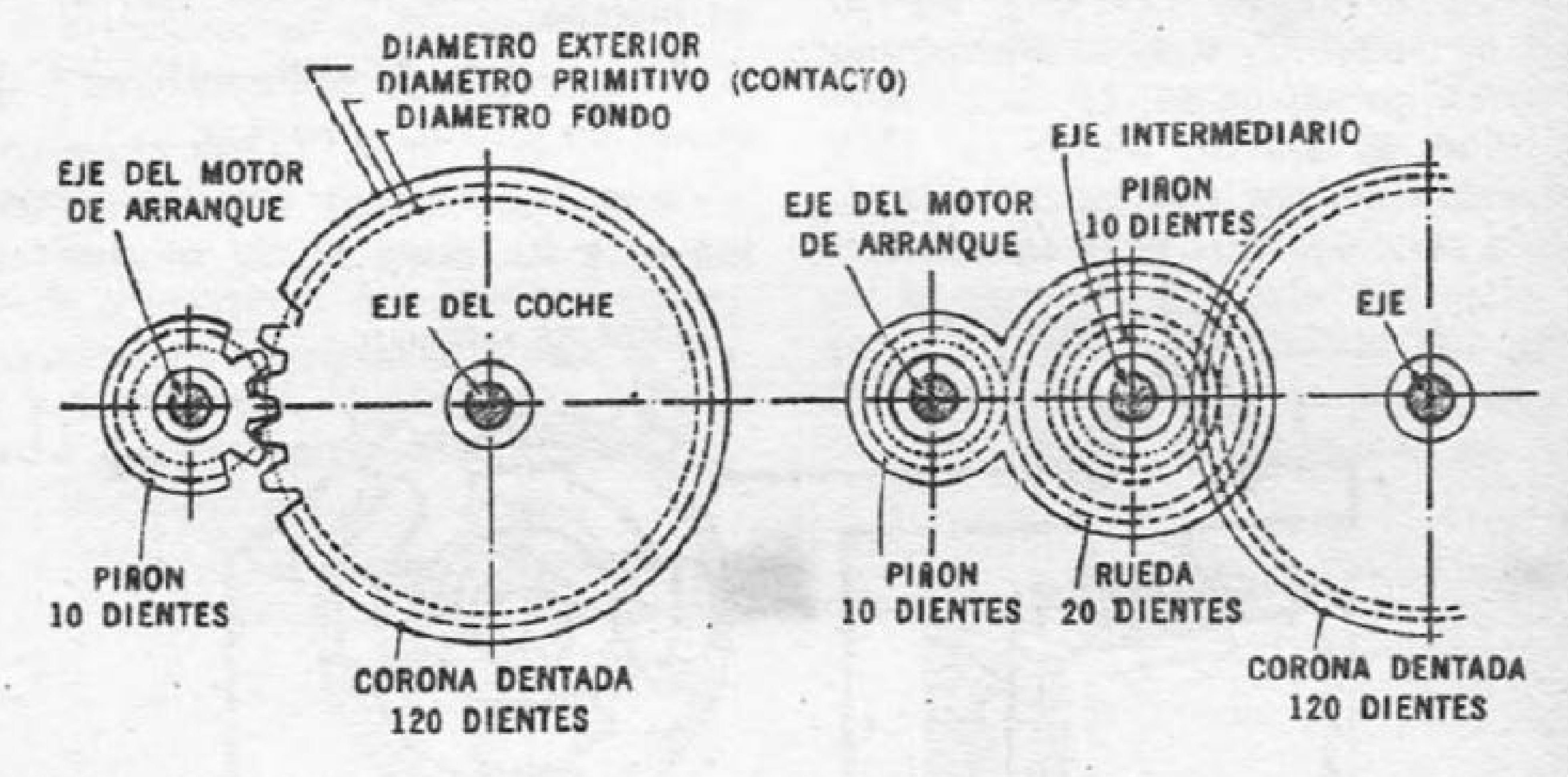


Fig. 217. Sistema de reducción de una velocidad del motor de arranque.

Fig. 218. Motor de arranque con reducción doble del motor.

No debe confundirse el mecanismo que estamos considerando con el cambio de velocidades que tienen los automóviles, mediante el cual, aunque el motor de explosión funcione a una determinada velocidad, es posible hacer variar la del vehículo.

En la mayoría de autos hay una sola reducción, según indicamos en la figura 217; en cambio, en los motores de mucha potencia, que requieren un gran

consecuencia, si el motor de arranque gira a razón de 1 200 rpm, el cigüeñal dará solamente 1 200 ÷ 12 = 100 rpm, pero así como la velocidad se ha reducido 12 veces, el esfuerzo transmitido por el motor eléctrico se habrá multiplicado por 12, resultando que si nuestro motor de arranque es capaz de producir un esfuerzo de 0,5 kg × × 30 cm (par motor de 0,5 kg a 30 cm) ahora producirá un esfuerzo 12 veces mayor, o sea, 12 × 0,5 kg a 30 cm, o sea, 6 kg × 30 cm.

Si consideramos ahora el caso de doble reducción de la figura 218, en-

[1] Para más amplios detalles ver *Tratado práctico de automóviles y motocicletas*.

contramos los siguientes resultados, considerando que el motor de arranque también da 1 200 rpm cada 2 vueltas del motor eléctrico, dará 1 el eje intermedio, puesto que el engranaje montado sobre este eje tiene 20 dientes y el del motor 10 dientes; en consecuencia, dará 600 rpm; el segundo piñón (montado sobre el eje intermediario) tiene 10 dientes, y el de la corona del volante del motor del coche, 120; por lo tanto, a cada 12 revoluciones del eje intermediario, dará 1 el volante, y como aquél da 600 rpm, resulta que el volante dará, en este caso, 600 ÷ 12 = = 50 rpm. Evidentemente, la reducción total, con respecto del número de revoluciones del motor de arranque, es de 1 200 ÷ 50 = 24 veces, o sea que cada 24 vueltas del eje del motor eléctrico, da solamente 1 revolución el volante del motor del coche y, por lo tanto, el cigüeñal y todo el mecanismo del motor de explosión. En consecuencia, sobre el eje del motor del auto tendremos un par de fuerzas equivalente a 24 × 0,5 kg = 12 kg con un brazo de palanca de 30 cm, lo cual se indica así: 12 kg × 30 cm, que puede también escribirse 12 kg × 0.30 m = = 3,6 kgm, que se lee 3 kilográmetros y 6 décimas.

Los sistemas de reducción más empleados son los indicados anteriormente, cuya realización práctica se efectúa instalando el motor de arranque a un lado del coche, de tal forma que el piñón montado sobre su eje engrana con los dientes de la corona fija en el volante del eje del motor del auto. Si se trata de un sistema de doble reducción, los engranajes, tanto del piñón como los montados sobre el eje intermedio, están alojados los tres dentro de la carcaza de arranque, saliendo un extremo de este eje, con el segundo piñón, para engranar con la corona, como en el caso anterior.

190. Elementos del circuito de arranque

La figura 219 representa los elementos que integran el circuito de puesta en marcha de un coche moderno. Se compone de las siguientes partes:

a) El interruptor general del circuito de arranque;

b) El motor eléctrico o de puesta en marcha;

c) La batería de acumuladores o depósito de energía eléctrica.

Vamos a considerar sólo los elementos a) y b), pues el c), es decir, la batería de acumuladores, ya ha sido tratado.

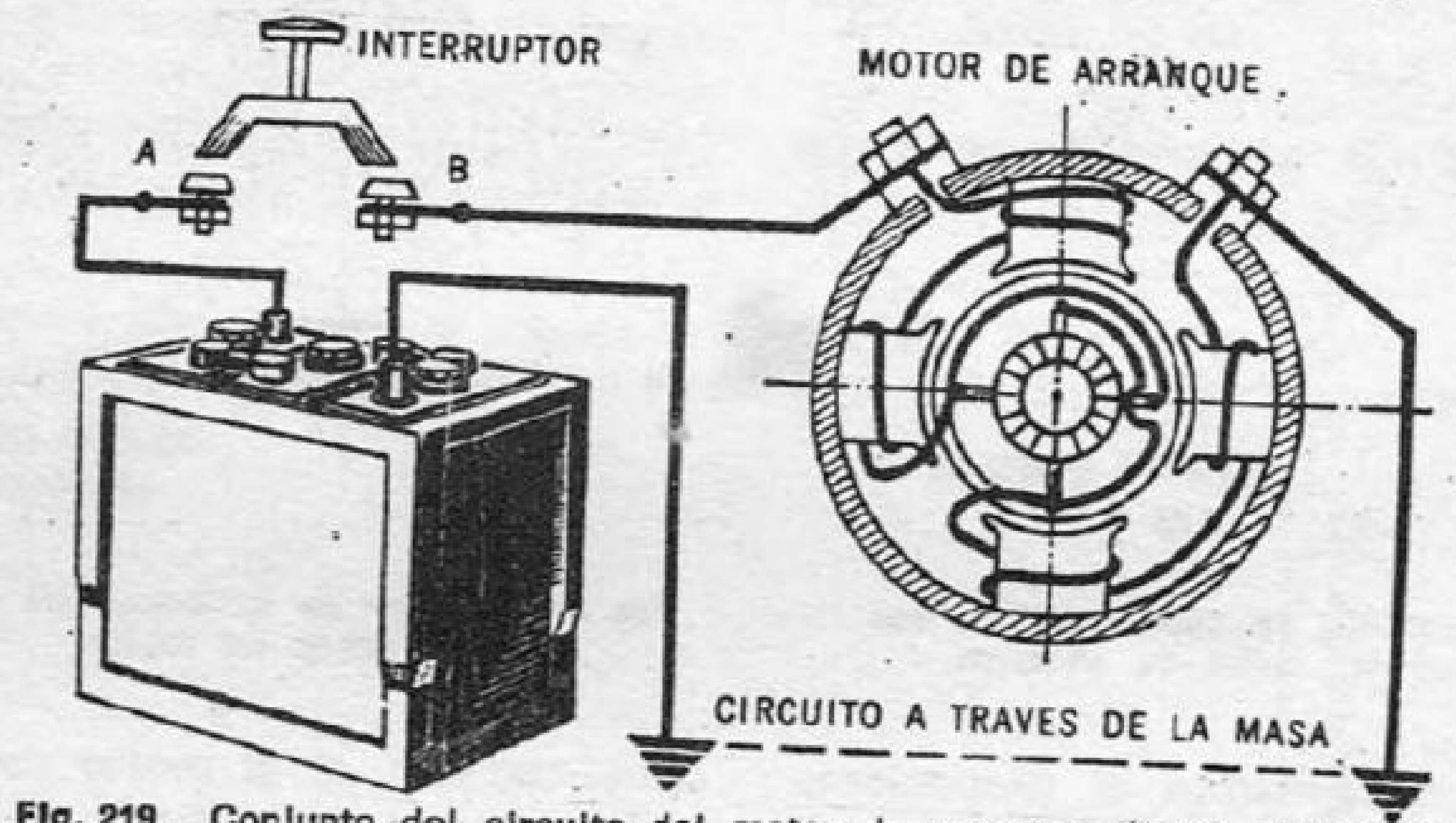


Fig. 219. Conjunto del circuito del motor de arranque de un automóvil.

191. Interruptor del motor de arranque

Existen dos tipos fundamentales; aunque, si se juzga por su aspecto exterior, hay una cantidad enorme de interruptores de esta clase: a) sistema puramente mecánico; b) procedimiento electromagnético.

a) **Sistema mecánico.** Se compone (fig.220) de dos contactos, 1 y 2, aislados de la caja que los contiene. Una pieza metálica, 3, que asemeja a una M y muy abierta, al ser presionada por el botón, establece el circuito entre los puntos 1 y 2, poniéndose en marcha el motor de arranque.

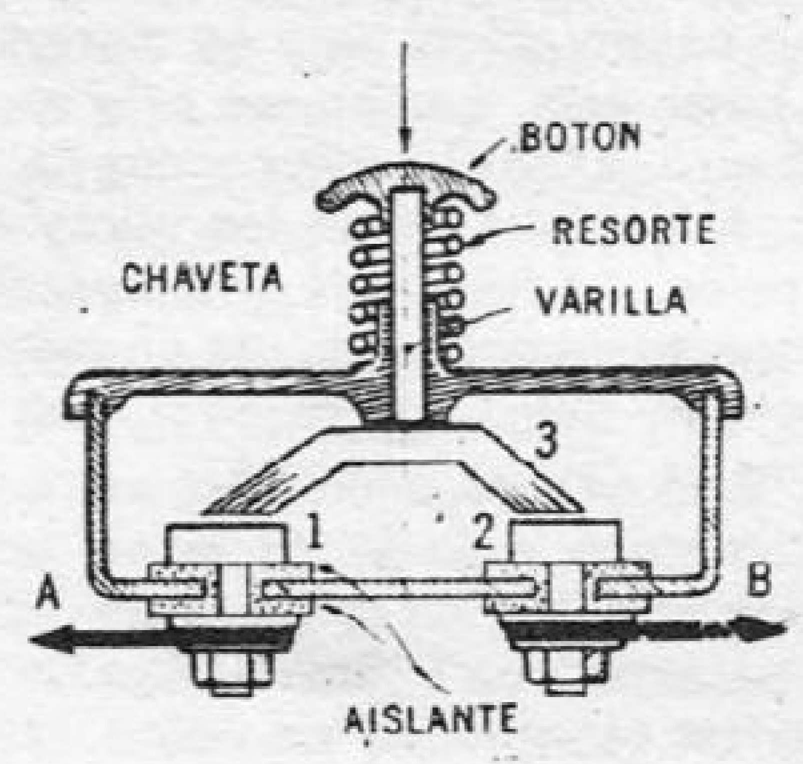


Fig. 220. Interruptor, accionado con el pie, utilizado en los motores de arranque.

Como la pieza 3 sólo debe tocar los terminales 1 y 2 cuando se desea cerrar el circuito, hay un resorte que tiende a mantener levantado el equipo movible de este sistema, o sea, la pieza 3 y el botón, unidos entre sí por medio de una varilla metálica.

La construcción de la pieza en forma de M está hecha de manera que tenga una cierta flexibilidad, gracias a la cual se adapta sobre los terminales 1 y 2, manteniéndolos siempre limpios debido al resbalamiento y fricción que sobre ellos se ejerce.

Este interruptor tiene un inconveniente: necesitar un cable largo entre la batería y el motor de arranque. Para evitarlo se han ideado interruptores mandados a distancia por medio de un circuito auxiliar, como veremos en seguida.

b) **Disyuntor de arranque.** En este tipo deben considerarse dos circuitos eléctricos: el que forma parte del motor y la batería, o sea, el circuito principal, y un circuito auxiliar, cuyo objeto es abrir o cerrar el primero. En la figura 221 presentamos el fundamento de un aparato de esta clase. Se compone de un disyuntor, cuya misión consiste en cerrar el circuito auxiliar, constituido por una bobina alimentada por la batería de acumuladores. Al pasar la corriente por este devanado, se forma un campo magnético que atrae al núcleo N, penetrando hasta que la pieza de cobre AB presiona los con-

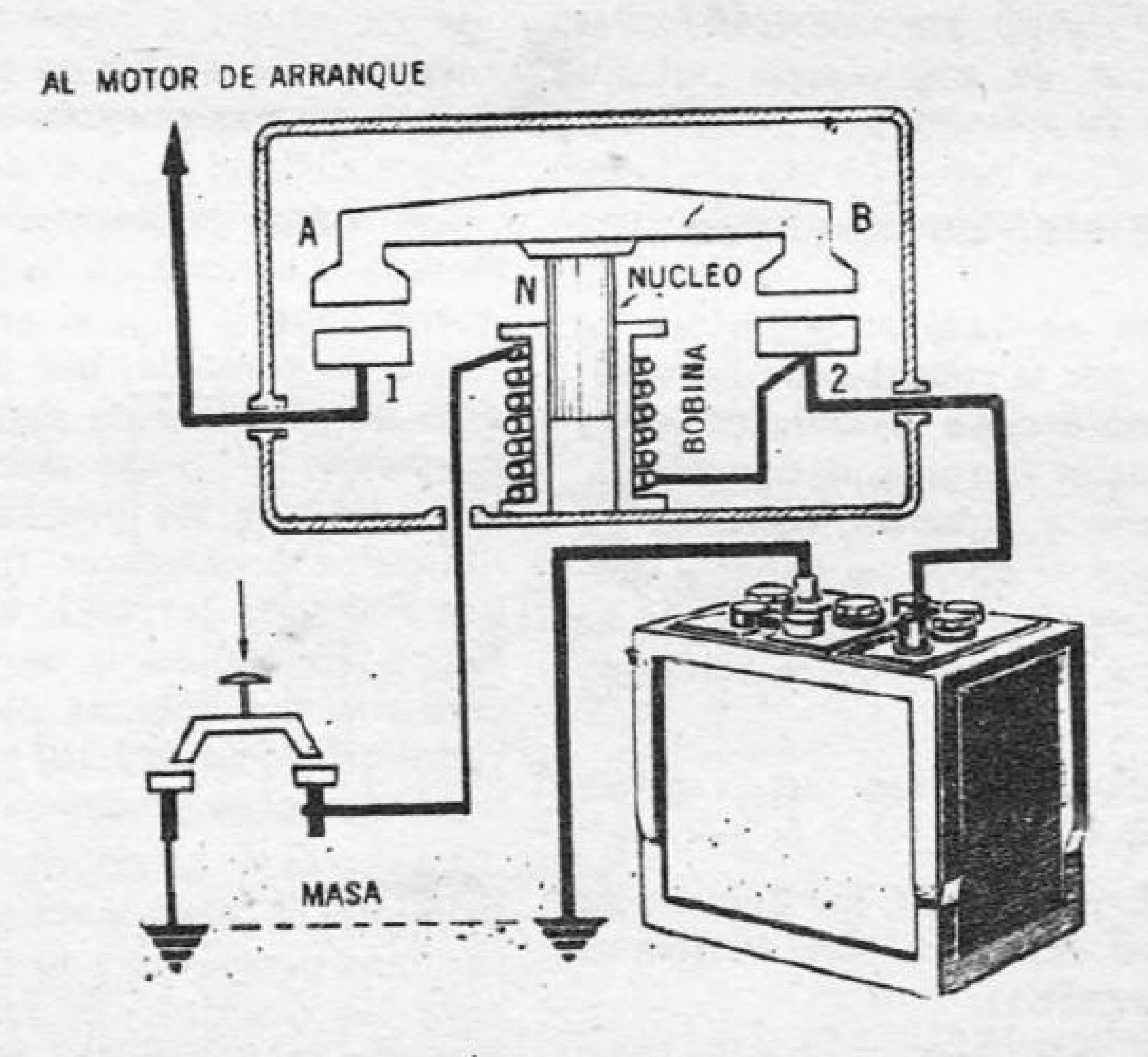


Fig. 221. Interruptor magnetoeléctrico de motor de arranque.

tactos 1 y 2; desde ese momento el circuito principal queda establecido.

La ventaja de este sistema es evidente: puede colocarse el interruptor electromagnético donde mejor convenga, con el fin de hacer la línea principal entre la batería y el motor de arranque lo más corta posible; en cambio si la línea auxiliar (representada con líneas finas) es un poco larga, no tiene importancia, pues la corriente que por ella circula es de muy poca intensidad. Donde más se encuentra este tipo de interruptor es en los grandes camiones y coches de gran potencia.

c) El colector y las escobillas: comunican al inducido la energía eléctrica de la batería de acumuladores.

Consideraremos brevemente estas diversas partes desde el punto de vista de los motores de arranque de los autovehículos.

a) **El inductor.** Generalmente, tiene dos o cuatro polos, pero en ciertos casos hasta seis. Las masas polares son de hierro dulce, lo mismo que la carcaza, a la cual se fijan los núcleos de los polos. La figura 222 (a) representa el aspecto, simplificado, de un inductor de cuatro polos (tetrapolar) con una bobina de campo en corte.

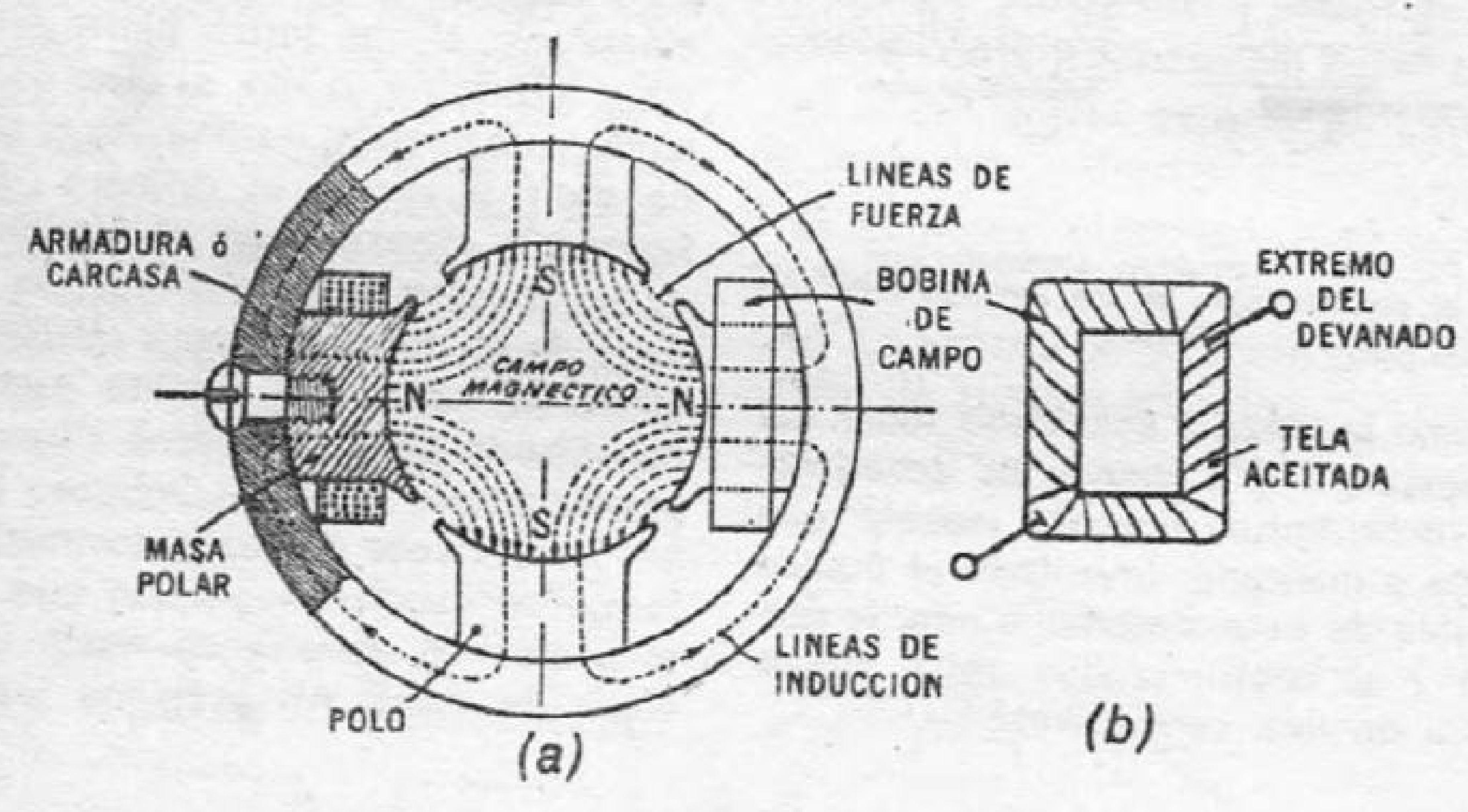


Fig. 222. Vista del conjunto del inductor de una máquina tetrapolar.

192. El motor de arranque

Esta clase de motores eléctricos se caracteriza por la robustez de su construcción, habiéndose estudiado de tal forma que sean sumamente compactos, de poco peso y, además, cerrados de tal forma que el polvo no penetre dentro de su carcaza; así se evita que se ensucien los cojinetes, el colector, etcétera.

Las principales partes de un motor de arranque son:

a) El inductor, o sea, las bobinas de campo y su armadura, que forman el circuito magnético;

b) El inducido: gira en el campo del inductor;

Las masas polares se fijan a la armadura o carcaza de forma tal que no quede espacio alguno entre las superficies en contacto, por la enorme pérdida que representa para un circuito magnético el tener que atravesar el aire. Uno de los procedimientos más utilizados consiste en fijar dichas masas mediante tornillos, según indica la figura. Esto tiene la ventaja de poder construir las bobinas de campo separadamente [fig. 222 (b)] en vez de devanarlas sobre el mismo núcleo polar.

La carcaza acostumbra a tener un diámetro de unos 8 cm para los motores más pequeños y hasta unos 15 cm para los grandes. La forma circular, constituida por piezas torneadas, facilita el ajuste de los polos; no obstan-

te, se emplean también carcazas de forma cuadrada para motores de 2 y 4 polos y hexagonales para los de 6 polos.

Las bobinas de campo se construyen con alambre muy grueso, envolviéndolas con varias capas de tela aceitada, de tal forma que cuando están colocadas dentro de los núcleos de hierro quedan bien sujetas y perfectamente protegidas de la humedad, del agua y hasta el calor, que son los principales enemigos de los bobinajes.

El conexionado de estas bobinas se hace alternando las entradas y salidas, de manera que, consecutivamente, se formen polos de nombre contrario, o sea, un norte, luego un sur, otro norte, y así sucesivamente. Para convencerse de este orden de polaridades, lo más práctico es utilizar una brújula de bolsillo y ver si atrae polos de distinto nombre al acercarla a las masas polares.

La corriente que circula por estas bobinas es continua y fluye permanentemente por sus devanados mientras el motor se mantiene en funcionamiento; como resultado de este paso de corriente, se forma el campo magnético que emana de las superficies curvadas de las masas polares, a través del aire, partiendo de un polo N y penetrando por un polo S; son las llamadas líneas de fuerza, que, al continuar por el interior de la armadura hasta salir nuevamente hacia el aire por un N, toman el nombre de líneas de inducción.

b) **El inducido.** Se compone de un cilindro de hierro, laminado; sobre su superficie hay una serie de ranuras en las cuales se alojan los devanados, cuyo objeto es formar un campo magnético en ciertas porciones del mismo. Estos devanados terminan en las delgas del colector, gracias a cuyo dispositivo se van poniendo sucesivamente en circuito con la batería de acumuladores; en consecuencia, la reacción entre el campo magnético formado por el inducido y el de las bobinas de campo hace que aquél gire mientras pasa corriente eléctrica por el motor.

La disposición de un motor eléctrico para corriente continua sigue siendo idéntica que la de las dínamos. Si observa las figuras 160 y 164, tendrá una idea muy clara de cómo están constituídos los elementos principales de esta clase de máquinas.

c) **Colector y escobillas.** En los motores de cuatro polos se unen entre sí las escobillas opuestas, es decir que se conectan en paralelo (fig.223).

Las escobillas acostumbran a ser de grafito. Lateralmente, tienen forma rectangular, siendo uno de sus dos extremos curvado para adaptarse a la superficie del colector; el otro extremo tiene adherido el cable que conduce la

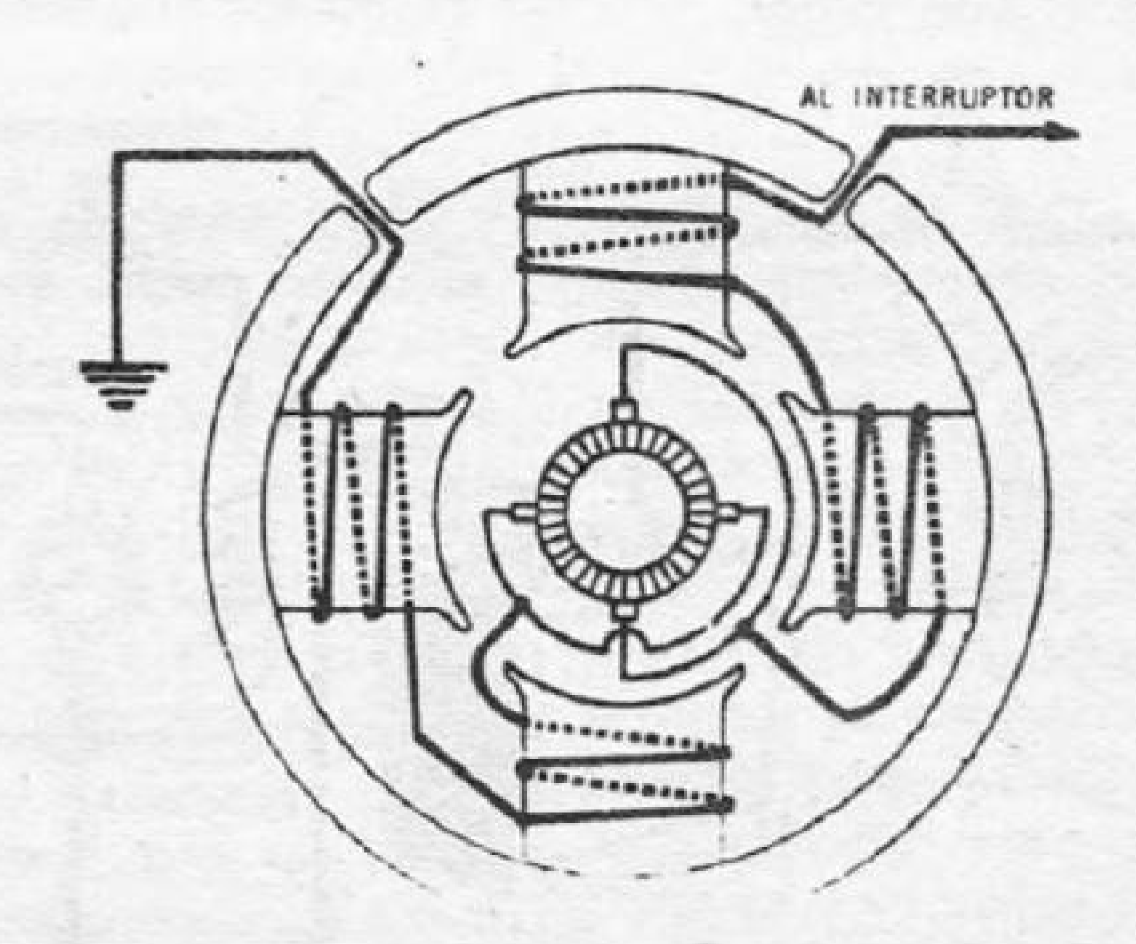


Fig. 223. Disposición del colector y portaescobillas, en vista frontal. Están conectados en paralelo, dos a dos, lo cual es ventajoso cuando la máquina absorbe fuertes intensidades, como sucede en los motores de arranque.

corriente de la batería. Sobre este extremo actúa un resorte para que la escobilla haga un contacto lo más perfecto posible con las delgas del conmutador (fig. 224).

Como los motores de arranque trabajan a base de intensidad, las escobillas deben tener una gran superficie de contacto con el conmutador, a fin de que la densidad de la corriente no sobrepase los límites permitibles.

193. Acoplo mecánico del sistema de arranque

La transmisión de la fuerza del motor eléctrico del coche debe hacerse mediante procedimientos especiales, que permitan una completa libertad del acoplo. En efecto, hemos visto que el gran esfuerzo requerido para poner en marcha un motor de automóvil exige

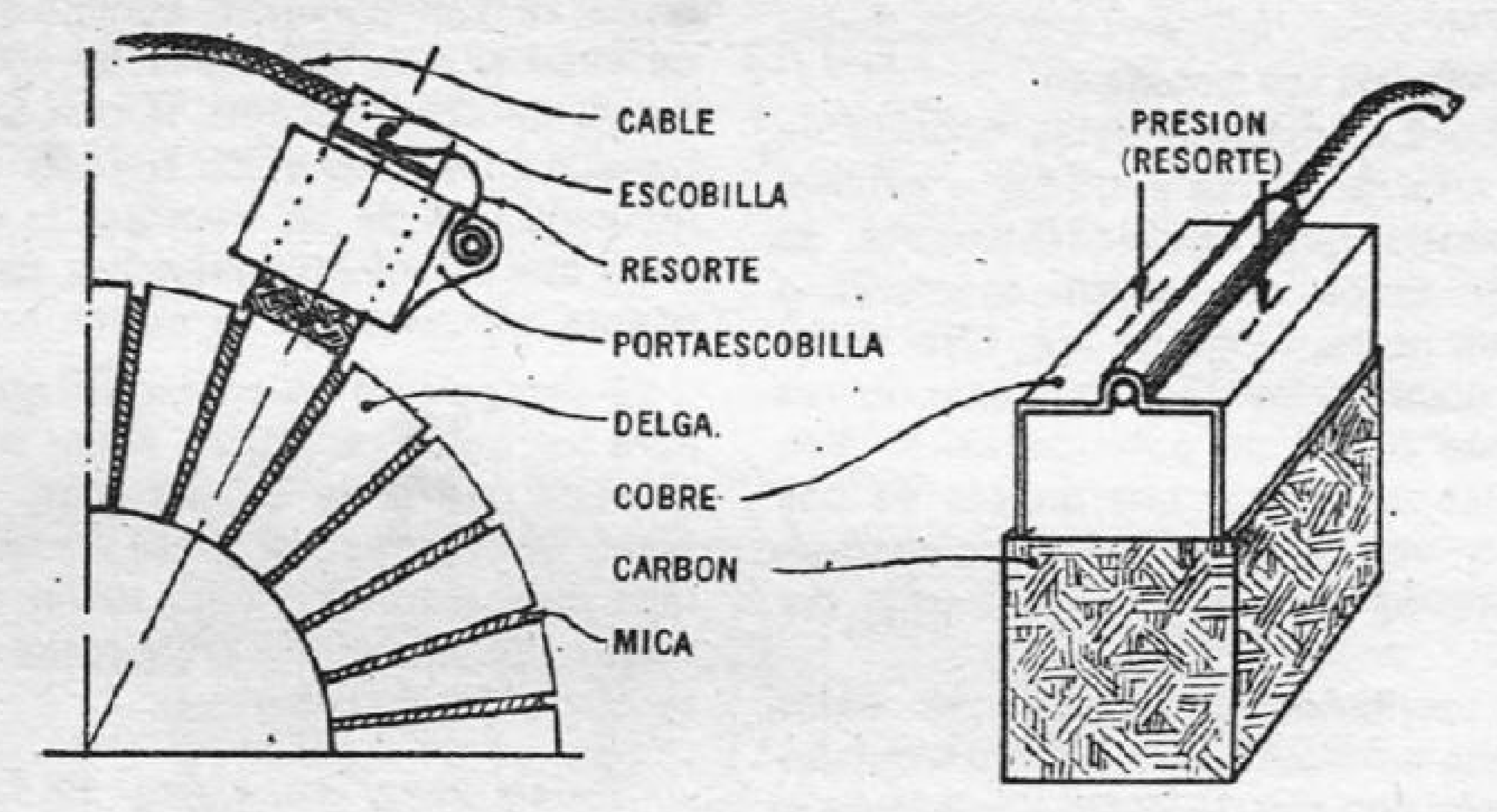


Fig. 224. Detalles constructivos para mantener a la escobilla en la posición correcta con respecto a las delgas del colector.

Esta clase de motores, debiendo producir un gran esfuerzo en el momento inicial de su funcionamiento, están excitados en serie. En la figura 225 (a) presentamos las conexiones en forma semiesquemática, y en (b) de la misma figura, el esquema de las conexiones con la batería y el interruptor.

el empleo de un reductor de velocidad; pero esto no es todo, pues el motor de explosión funciona luego por sí mismo y es preciso que el acoplo de la puesta en marcha se desconecte automáticamente. Entre los numerosos procedimientos propuestos, los principales adoptados prácticamente, son:

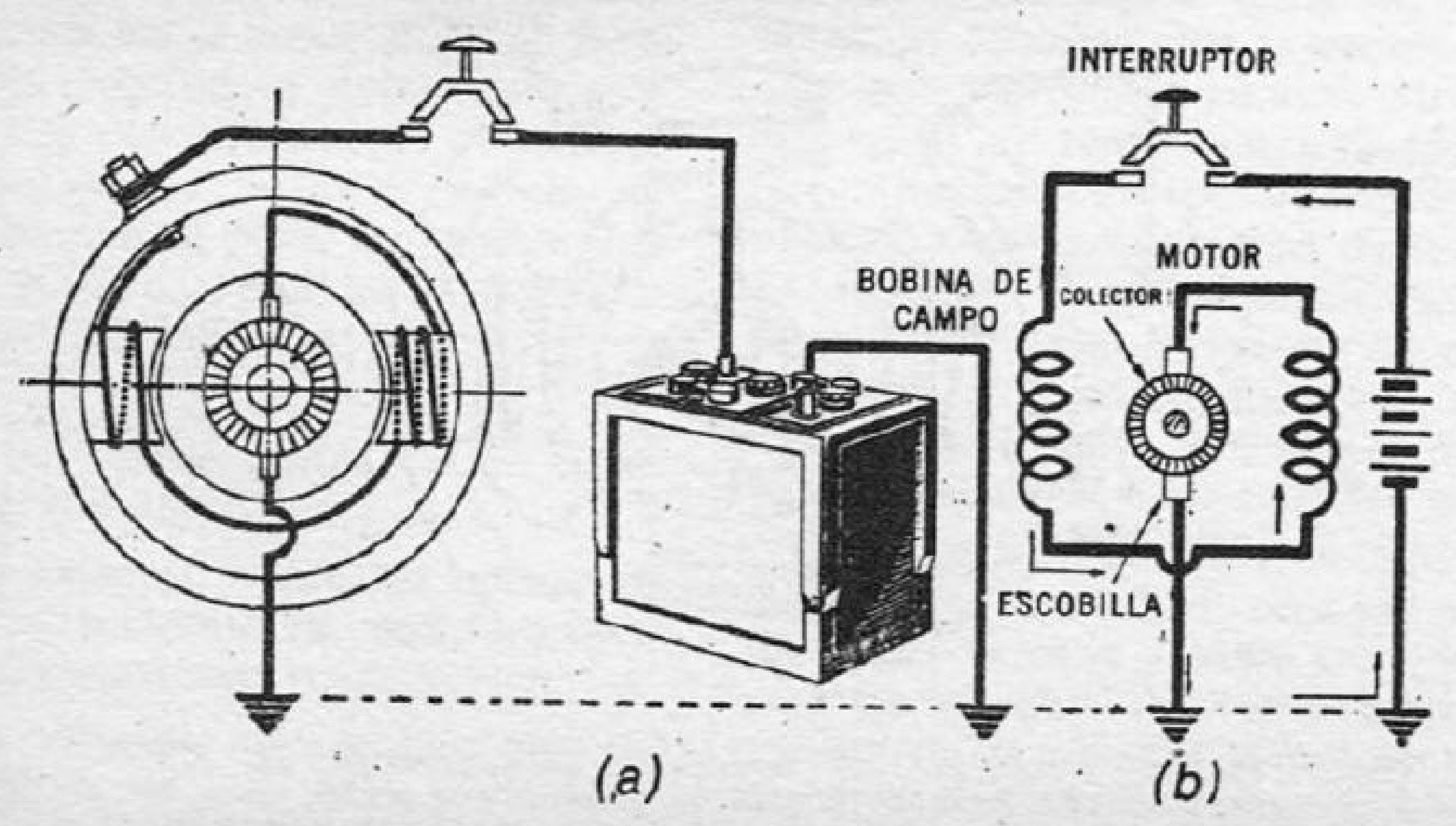


Fig. 225. Forma de interconectar un motor eléctrico excitado en serie.

a) Acoplo simple, puramente mecánico;

b) Acoplamiento automático;

c) Acoplo electromecánico (sistema Westinghouse);

d) Acoplamiento Bendix.

194. Acoplo simple

Este sistema ha estado en uso, y se encuentra aún, en muchísimos vehículos de tipo pesado. Consiste (fig.226) en una combinación de acoplamiento mecánico y de la corriente del motor de arranque mediante una varilla mandada por el pedal de puesta en marcha del motor.

Considerando la parte mecánica, vemos que el piñón libre se desplaza longitudinalmente por el eje A, accionado por una varilla, sujeta por un extremo a un entalle de dicho piñón y por el otro extremo a una horquilla, que se desplaza por la acción directa del pedal; esto hace que el piñón libre encaje en los dientes de la corona, solidaria del eje del motor de explosión. De esta forma queda establecido el tren de engranajes para transmitir la fuerza del motor de arranque al de explosión.

Veamos ahora cómo y para qué sirve el control eléctrico del motor. Es evidente que la mayoría de las veces, al apretar el pedal (como tanto el motor de arranque como el del coche están parados), los dientes del piñón libre no encajarían con los de la corona y los engranajes se estropearían pronto al chocar entre sí; una ingeniosa combinación automática del mando eléctrico del motor evita este inconveniente. En efecto, al desplazarse el pedal de puesta en marcha, el movimiento de la varilla hace que la pieza metálica B establezca contacto con los terminales C, quedando así cerrado el circuito del motor eléctrico a través de una gran resistencia R, que limita tanto la intensidad que el motor se pone a girar muy lentamente. Con la reducción de velocidad obtenida mediante la rueda dentada P, el piñón libre gira todavía más lentamente; esta lentitud de su desplazamiento angular permite que sus dientes encajen con los de la corona. Como sea que el esfuerzo que se hace con el pie contra el pedal es continuado, la varilla sigue desplazándose, encontrando, por fin, la pieza B los contactos D, que limitan el desplazamiento de la varilla; tan pronto se establece el contacto entre las piezas B y D, el circuito de la batería de acumuladores queda establecido directamente, sin la resistencia R; el motor eléctrico gira entonces con toda su velocidad, comunicando su fuerza al eje del motor del coche por medio del sistema de engranajes ya descrito.

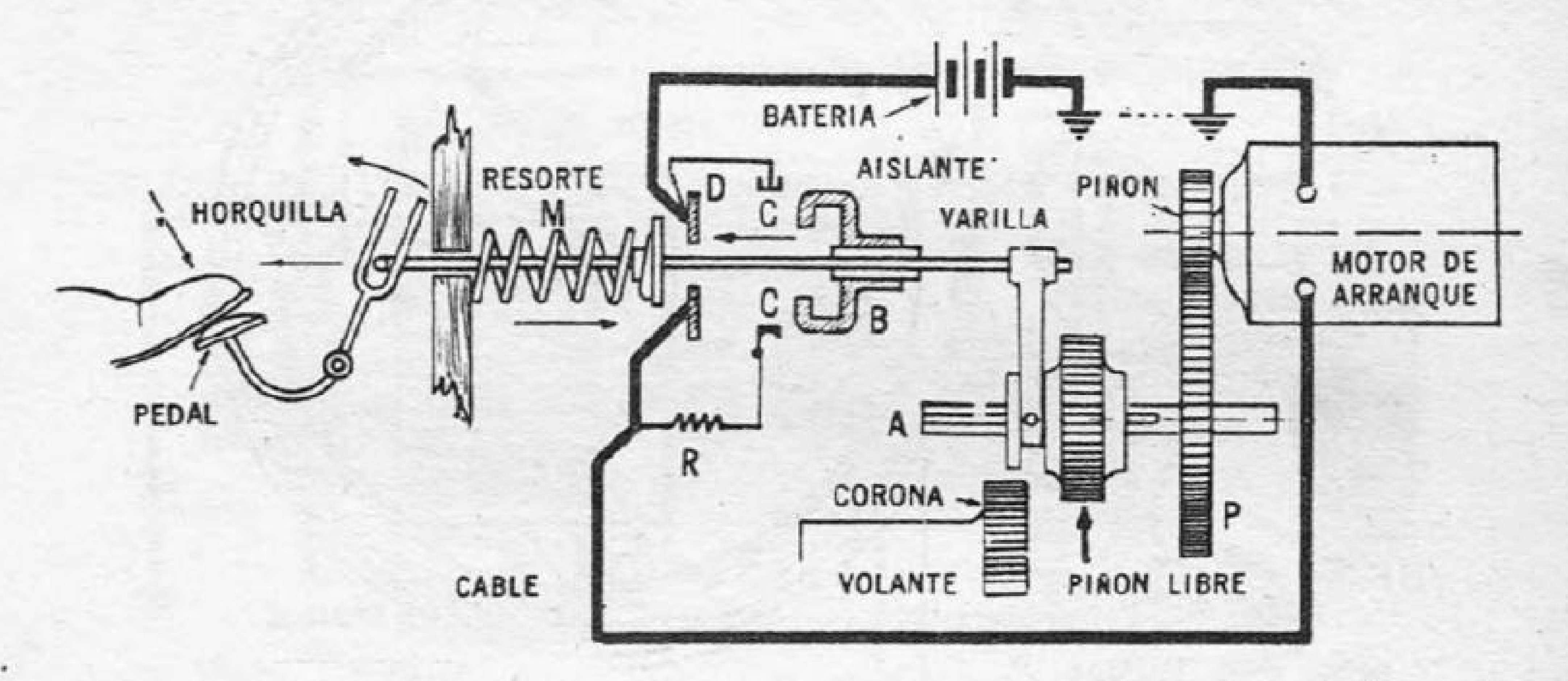


Fig. 226. Acoplo mecánico simple entre el motor de arranque y el de explosión.

Tan pronto el motor de explosión se ha puesto en marcha, deja de presionarse con el pie el pedal de arranque;

el esfuerzo del resorte M saca el piñón de la corona, y la varilla (al desplazarse hasta la posición indicada en la figura) interrumpe el circuito eléctrico del motor de arranque, quedando todo dispuesto para una nueva maniobra.

195. Acoplamiento automático

El principio de su funcionamiento se representa en la figura 227. El piñón, montado sobre el eje del motor eléctrico, engrana permanentemente con la corona dentada del motor de explosión. En el interior de la corona hay una pieza cilíndrica (con varios entalles en forma de V), la cual puede girar libremente por haber entre ella y la corona un espacio del orden de medio milímetro. En cada entalle en V descansa un rodillo, presionado por la acción de unos resortes que tienden a situarlo contra el fondo de la V, o sea, entre la superficie interior de la corona y la pared del entalle.

Si ponemos el motor de arranque en funcionamiento, el piñón hará girar la corona en el sentido indicado por las flechas y los rodillos metálicos presionarán contra la pared de las entallas, arrastrando el rotor. Como esta pieza es solidaria del cigüeñal, empezará a girar y mover los pistones, produciendo en alguno de los cilindros una compresión de la mezcla y su correspondiente ignición. El motor, una vez puesto en marcha, alcanzará rápidamente una velocidad superior a la que tiene el rotor, que gira a unos 100 rpm; tan pronto como eso sucede, los rodillos son desplazados hacia atrás, contra los resortes, quedando en esa posición ni bien el motor del coche se ha puesto en funcionamiento, ya que cuando se levanta el pedal de puesta en marcha el motor de arranque queda inactivo, quedando quieta, junto con el piñón, la corona dentada.

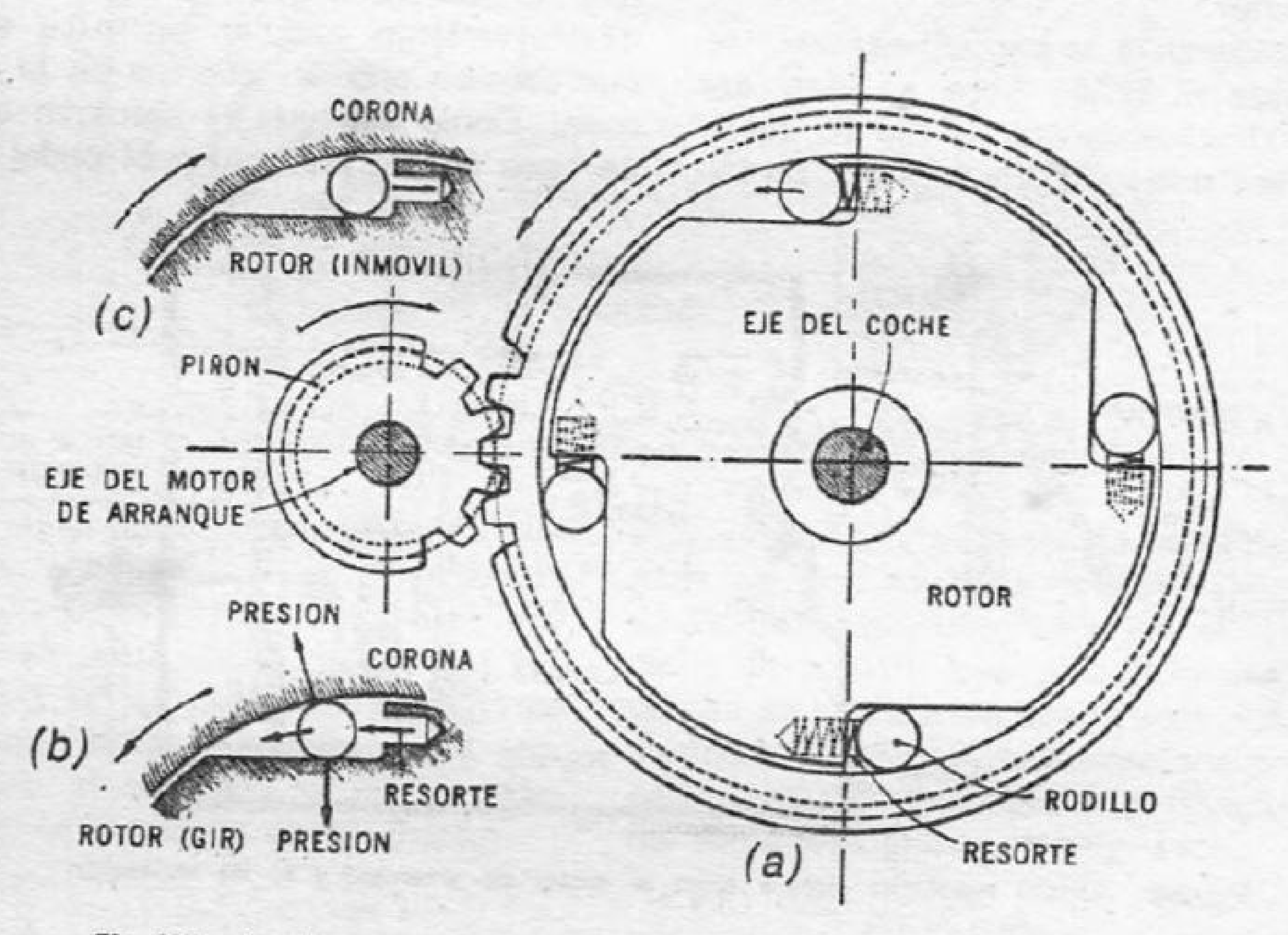


Fig. 227. Acoplo mecánico por la fricción de varios rodillos contra la superficie interna de la corona al actuar el motor de arranque.

Los rodillos están construidos de un acero muy duro para evitar que se deformen por la acción de los esfuerzos tangenciales que soportan sus superficies. En fin, aunque hemos presentado el ejemplo con cuatro rodillos, en los diversos tipos de coches varía su número, lo cual, verdaderamente, no cambia en nada el principio de su funcionamiento.

Hay otro sistema que, en vez de rodillos, emplea unas piezas en forma de cuñas. Hace recordar el sistema empleado en las bicicletas, llamado de piñón libre, en el cual, aunque sigue girando la rueda, los pedales pueden estar quietos. Siendo todos estos detalles de orden puramente mecánico, no insistimos sobre ellos por apartarse de la especialidad de esta obra.

196. Acoplamiento electromecánico

Este sistema, desarrollado por la Westinghouse, produce automáticamente el desacoplo mecánico entre el motor de arranque y la corona, solidaria del eje del motor de explosión (figura 228).

El circuito del motor de arranque (representado por líneas gruesas) sale de la batería, la corriente pasa a través del interruptor de puesta en marcha, luego por una bobina de acoplo, a continuación penetra por una de las escobillas y, finalmente, a la masa metálica del coche (chasis).

La parte esencial que hay que hacer resaltar en este sistema es el piñón de acoplo, que puede desplazarse a lo largo del eje del motor de arranque gracias a una chaveta que asegura una solidaridad de rotación entre el eje y dicho piñón, a pesar de su desplazamiento longitudinal. Ahora bien, la bobina de acoplo está colocada ante el piñón, solidario del cual hay un núcleo de hierro dulce que tiende a introducirse en el interior de la bobina tan pronto pasa la corriente de la batería, por lo que los dientes del piñón engranan con los de la corona; como esto coincide con la puesta en marcha del motor de arranque, por estar conectado en serie, el esfuerzo del motor eléctrico es comunicado a la corona, y ya sabemos que esto hace que el motor de explosión se ponga en marcha.

Cuando el motor del coche funciona, sucede lo siguiente: a) la intensidad absorbida por el motor de arranque es muy fuerte en los momentos iniciales, pero cuando el inducido gira a velocidades crecientes, genera un contravoltaje que limita rápidamente la intensidad de la corriente absorbida de la batería de acumuladores; esto limita el efecto de atracción del núcleo por la bobina de acoplo, desde el momento en que dicho efecto es producido por la acción del campo magnético. Como el campo depende exclusivamente de la intensidad de la corriente que circula por el devanado, bien pronto el esfuerzo de los resortes será superior al ejercido por la bobina, por lo que el núcleo y el piñón de acoplo son proyectados a lo largo del eje, quedando desacopladas la corona y el piñón.

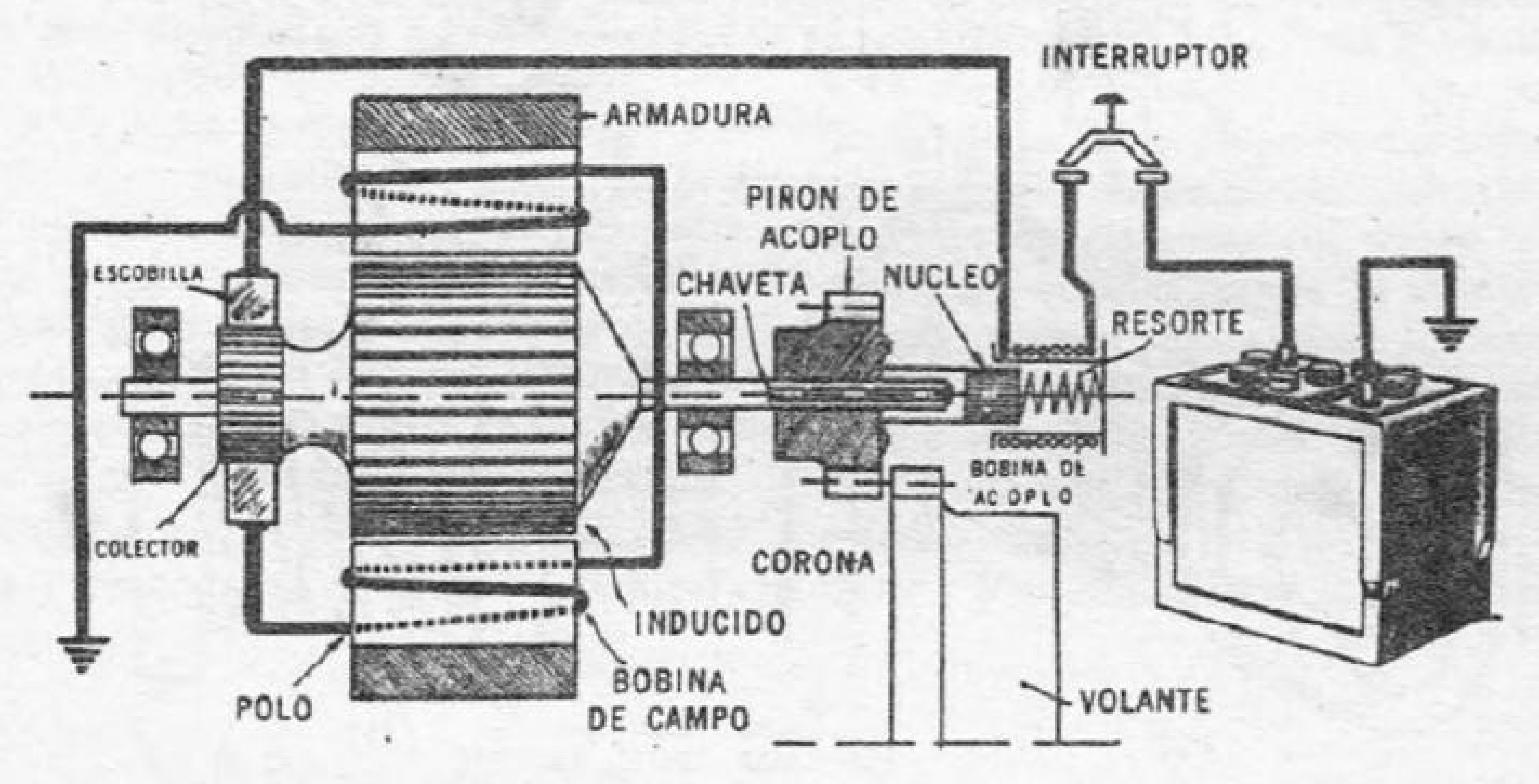


Fig. 228. Acoplamiento electromecánico entre el motor de arranque y el de explosión.

197. Acoplamiento Bendix

Este sistema, el más empleado actualmente, es un procedimiento puramente mecánico. La figura 229 representa en forma esquemática el conjunto del sistema.

El eje del motor de arranque está sostenido mediante cojinetes a bolas, pudiendo, por lo tanto, girar libremente con el inducido. Veamos cómo se efectúa el engrane entre el piñón y la corona, solidaria mecánicamente del eje del motor de explosión.

su superficie exterior con rosca cuadrada, de varios milímetros de paso, sobre la cual va roscado el piñón de acoplo. En fin, las piezas A y B están unidas entre sí por medio de un fuerte resorte, cuyo detalle de la forma en que está fijado indicamos en (b). Por lo tanto, aunque al girar el eje del motor eléctrico la pieza B gira también, debido al esfuerzo del resorte, es bien evidente que el acoplo tiene una cierta elasticidad. En efecto, podemos imaginarnos que sujetamos fuertemente la pieza B, impidiendo que gire, en cuyo

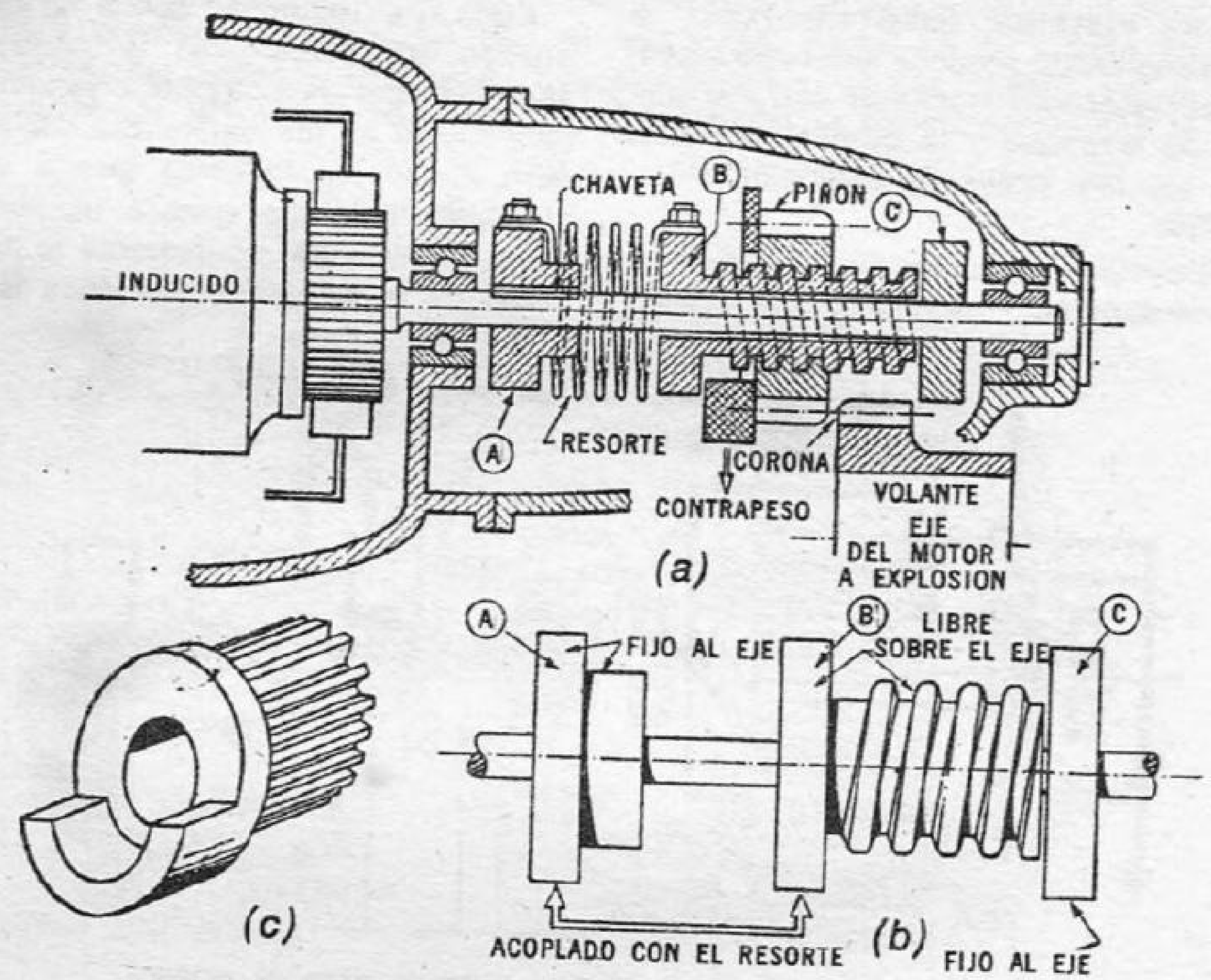


Fig. 229. Conjunto de acoplamiento Bendix. Es el sistema adoptado universalmente.

Sobre el eje se encuentra la pieza cilíndrica A, rígidamente sujeta al eje del motor eléctrico por medio de una chaveta. A continuación hay una pieza B que puede deslizarse libremente sobre el eje, habiendo dibujado un pequeño espacio entre ambas superficies para demostrar que el movimiento rotatorio del eje no arrastra a la pieza B; sin embargo, la luz entre ambas piezas es pequeñísima: sólo de una o dos décimas de milímetro. Esta pieza B, que podríamos llamar manguito, tiene

caso veríamos cómo el resorte se destiende, frenando la pieza A y, por lo tanto, el motor de arranque.

Consideremos ahora el piñón de acoplo. Según hemos explicado, va roscado sobre el manguito que forma parte de la pieza B, pero hay un detalle que conviene hacer resaltar, y es que en realidad, se compone de dos partes: una, el piñón propiamente dicho, o sea, los dientes, y otra, un verdadero contrapeso, que procuramos representar en la figura (c). Así como cuando con

una mano hacemos girar un tornillo la tuerca se desplaza si con la otra mano impedimos que gire, así también al girar la pieza B el piñón de acoplo se desplazará hacia el collar C, debido a que el mayor peso de una parte del mismo hace el efecto como si se sujetase con una mano. De esta forma, tan pronto se pone en marcha el motor de arranque, el piñón de acoplo se desplaza, con un cierto balanceo, hacia la pieza C, alcanza los dientes de la corona y penetra en ellos, continuando así un desplazamiento, sin girar. Tan pronto como hace contacto con C, el piñón ya no puede desplazarse más longitudinalmente, viéndose, desde aquel instante, obligado a girar, comunicando a la corona el esfuerzo que recibe del motor de arranque; en este momento interviene el efecto del acoplo elástico entre las piezas A y B por medio del resorte. En efecto, si no hubiese tal acoplo, el esfuerzo del motor de arranque se aplicaría bruscamente a la corona, es decir, el eje del motor de explosión, con lo cual el motor eléctrico recibiría una brusca sacudida por pasar abruptamente del funcionamiento en vacío a plena carga; en cambio, gracias al resorte, éste se destiende, procurando vencer la resistencia que le opone el motor de explosión.

Este acoplo elástico produce acciones y reacciones entre el par motor y el par resistente que pronto se equilibran, haciendo girar la corona y, por lo tanto, poniendo en marcha el motor del coche. Tan pronto esto sucede, la corona gira a una velocidad tan elevada que, con el efecto multiplicador del número de revoluciones, hace girar al piñón a una velocidad muy superior a la del motor de arranque, lo cual tiene por efecto desplazarlo hacia la izquierda, dejando de engranar con la corona. Como esto coincide con la puesta en marcha del motor de explosión (en cuyo instante se deja de presionar el pedal y queda el motor eléctrico inactivo), todo queda dispuesto para cuando sea necesario repetir la maniobra.

198. Arranque con acoplo magnético

Ciertos coches modernos han prescindido totalmente del Bendix, utilizando en su lugar un acoplo magnético. Esto se realiza mediante una rueda dentada que engrana permanentemente con el piñón del motorcito eléctrico, la cual, en vez de estar fija sobre la periferia del volante (como en el sistema Bendix), ahora puede girar libremente y hasta desplazarse lateralmente sobre el eje motriz del motor de explosión; forma una verdadera rueda dentada del mismo diámetro que en el caso del Bendix (fig. 230). En el interior del vo-

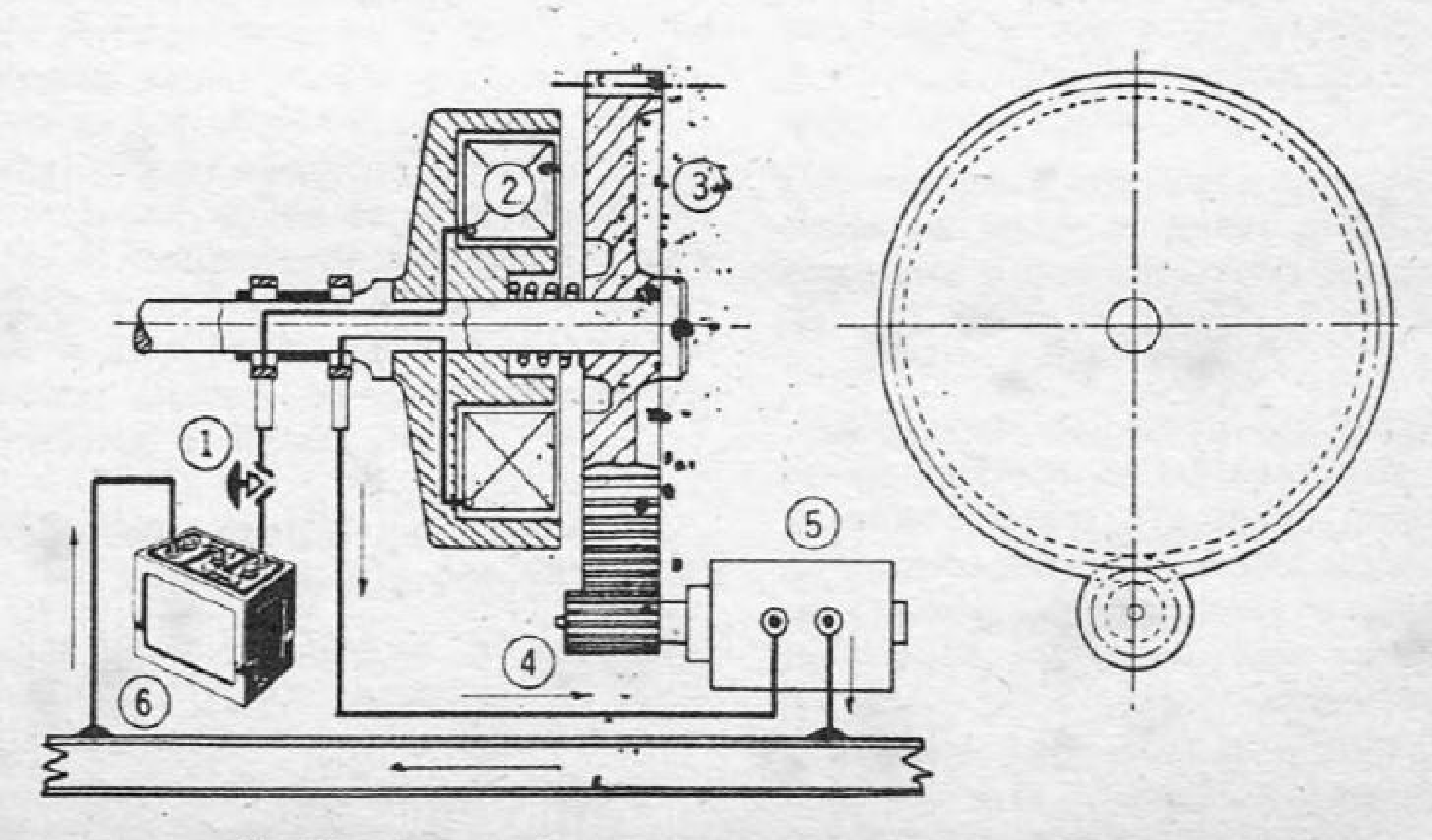


Fig. 230. Sistema de arranque con acoplamiento magnético.

lante hay alojadas unas bobinas (2), hechas con alambres de gran sección, por las cuales circula la corriente del motor de arranque, formando un intenso campo magnético que atrae la rueda dentada (3), que se pone a girar tan pronto las bobinas son excitadas por la corriente de la batería, formándose un acoplo mecánico entre la rueda accionada por el motorcito y la cara del volante; de esta manera se produce, suave y lentamente, la puesta en marcha del eje motriz. Tan pronto el motor de explosión se ha puesto en funcionamiento, se deja de apretar el pedal correspondiente y, al no pasar corriente por el bobinaje del volante, la rueda dentada es repelida por la acción del resorte y todo queda preparado para una nueva puesta en marcha.

Con este procedimiento se obtiene un arranque suave sin que el motor eléctrico sufra los impactos de inercia que ocurren cuando se distiende el resorte del Bendix al engranar el piñón del motorcito en la corona dentada, pero presenta los siguientes inconvenientes: 1) el bobinaje en el volante produce una caída de voltáje, y ya sabemos cómo afecta en el funcionamiento del motorcito eléctrico; 2) para pasar la corriente al bobinaje giratorio debe hacerlo por medio de dos anillos (uno para entrar y otro para salir la corriente), que, al ensuciarse, ocasionan chispeo y un efecto de resistencia adicional. A pesar de todo, el sistema de arranque con acoplo magnético es sumamente interesante y tiene que conocerlo todo estudiante o electricista de automotores.

Procedimientos semejantes se están empleando también para los cambios de marcha de la caja de cambio de velocidades.

Capítulo XXIV

COMPROBACION Y AVERIAS DEL MOTOR DE ARRANQUE

199. Similitud entre la dínamo y el motor

Estas dos máquinas eléctricas reversibles, es decir que, enviándoles energía eléctrica, funcionan como motor, y comunicándoles fuerza mecánica (haciendo girar el inducido) generan electricidad, es decir, son una dínamo.

Mecánicamente, ambas máquinas son muy semejantes, a tal punto que en los primeros automóviles la misma máquina servía para cumplir las dos funciones: de motor de arranque al poner en marcha el motor de explosión y cuando éste ya estaba en marcha, funcionaba como generatriz para cargar la batería.

Estas dos máquinas eléctricas correspondientes a un automóvil moderno, están representadas en la figura 231. La dínamo está colocada encima del bloque de los cilindros del motor de explosión y es accionada por una correa movida por el eje de este mismo motor. El motorcito de arranque (3) está fijado a un lado del cárter; el extremo de la derecha, cercano al volante del motor, engrana en la corona dentada mediante el Bendix.

200. Inspección general del motor de arranque

La forma de revisar la instalación del motor puede resumirse de la siguiente manera:

a) Empiece revisando el terminal del acumulador que tiene su conexión a la masa (chasis) del coche, siguiendo el otro terminal hasta el contacto de puesta en marcha y, saliendo de éste, hasta su llegada a los bornes del motor de arranque. Con un voltímetro, mida la tensión que llega a estos dos bornes de entrada: nunca debe ser menor de 5 V si la batería es de 6 V.

b) Saque la placa que tapa el portaescobillas y vea si el conmutador está sucio, lo mismo que los carbones, etcétera, tal como indicamos oportunamente.

c) Observe que el mecanismo que comunica la fuerza mecánica del motor de arranque al de explosión funcione bien. Si es un Bendix, vea que el piñón se desplace correctamente; esta inspección debe extremarse si se observa que el motor de arranque funciona y, en cambio, no pone en marcha el motor del coche.

Si no puede localizarse la avería, lo mejor es sacar el motor eléctrico y someterlo a una inspección concienzuda en el banco de trabajo. Proceda de la siguiente forma:

d) Empiece por comprobar la presión de los resortes de las escobillas, que es mucho mayor que en las dínamos. Asimismo, presentan mayor superficie de contacto, debido a las fuertes intensidades que deben pasar por ellas; por esto, tiene gran importancia que se adapten bien sobre el conmutador. Si esto no se tiene en cuenta puede resultar que falle el funcionamiento del

motor de arranque por la elevada resistencia eléctrica que representa toda disminución de superficie de contacto.

e) Conecte una batería de 6 V, a través de un interruptor adecuado, a los dos bornes del motor, haciéndolo girar en el mismo sentido que cuando está instalado en el coche. Conecte en serie un amperímetro y, a los bornes del conmutador, un voltímetro de una escala comprendida entre 6 y 8 V. Ponga el motor en marcha y observe la tensión eléctrica que actúa en las escobillas, así como la intensidad que absorbe; para los tipos de motores más usualmente empleados, la tensión es del orden de unos 5 V, y la intensidad que consume un motor en vacío (sin mover el motor del automóvil) es de unos 35 A como mínimo y unos 90 A como máximo. Se entiende que la batería debe estar bien cargada y, además, que se debe emplear cables de gran sección, como los que tiene la instalación del motor de arranque en el coche. Debido a que funciona en vacío, el motor gira a una velocidad muy grande: su número de revoluciones por minuto e intensidad consumida deben estar de acuerdo con las indicaciones técnicas del motor que se está examinando.

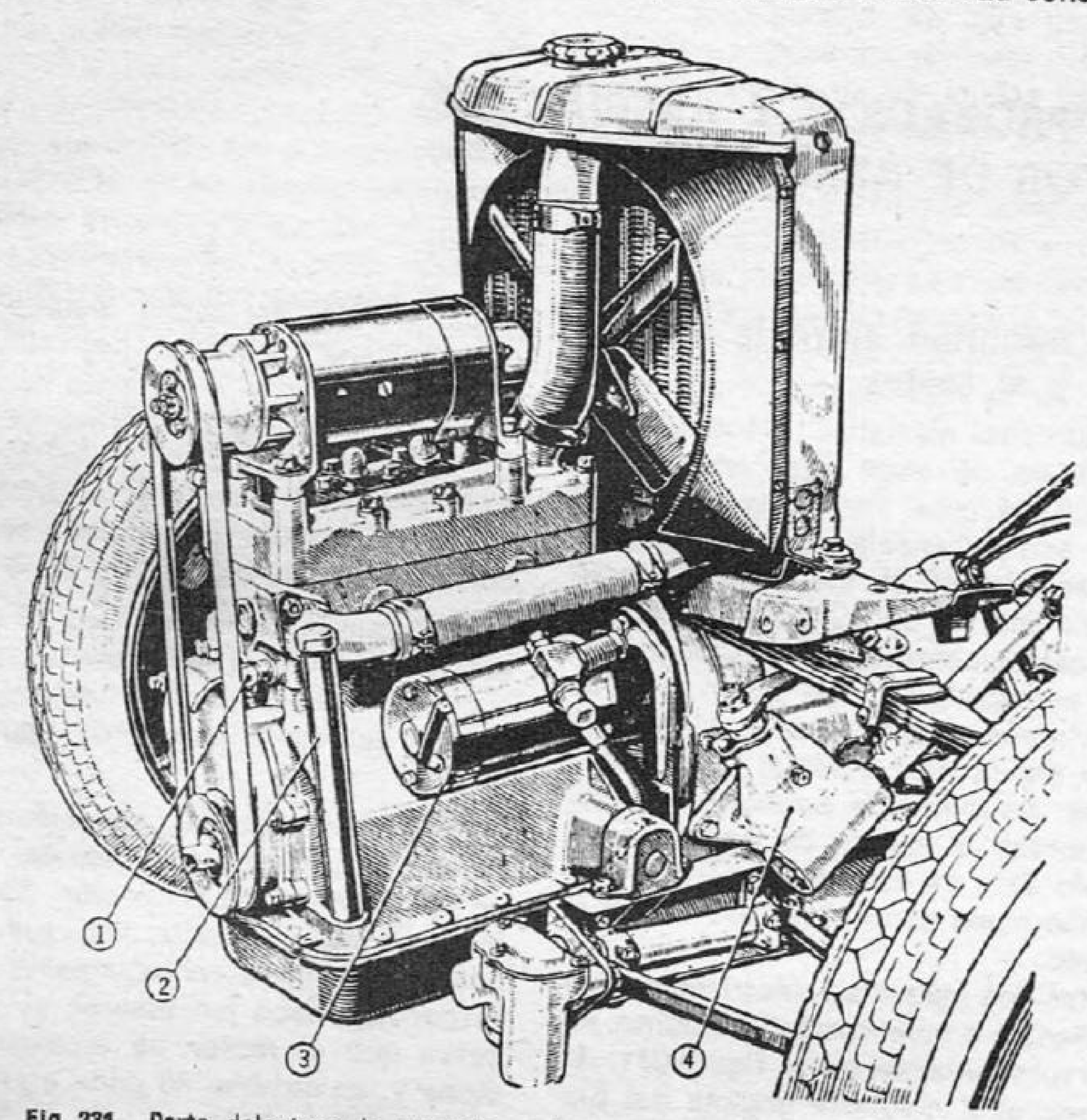


Fig. 231. Parte delantera de un auto moderno representando la dínamo sobre el motor de explosión y el motorcito de arranque (3) debajo del tubo de refrigeración de los cilindros (cortesía de FIAT ARGENTINA S. A.).

f) Si el motor poduce ruidos anormales, si no gira a gran velocidad o si absorbe demasiada corriente, entonces hay que inspeccionar los devanados, cuyas averías probables pueden resumirse en la siguiente forma:

1) Si hay un gran consumo de corriente y el inducido no gira, casi seguro que hay un cortocircuito a tierra

o los cojinetes se han engranado con el eje;

2) Si el inducido gira lentamente, a sacudidas, y el amperímetro acusa un paso excesivo de corriente, hay alguna bobina de campo en cortocircuito;

3) Si además de haber un gran consumo de corriente el inducido gira seguido, pero lentamente, la avería probable es que alguna bobina del inducido hace contacto a masa (tierra).

g) Conviene ahora, si no se observa nada anormal, probar el motor al freno, según indicaremos luego. Una vez comprobado el par motor, debe desmontarse e inspeccionarlo según las normas que hemos indicado en el capítulo anterior, prestando una atención muy grande a las escobillas por las fuertes intensidades que pasan por ellas.

201. El motor no arranca

En realidad, el motor de arranque raras veces presenta dificultades. Durante muchos años de funcionamiento del coche puede estimarse en aproximadamente una semana lo que trabaja ese motor. Si a esto añadimos que su funcionamiento intermitente permite que los cojinetes, escobillas, etcétera, siempre funcionen en frío, en las óptimas condiciones llegamos a la conclusión de que raras veces se presenta una avería en estas máquinas.

La extremada simplicidad del circuito de estos motores hace, además, que se identifique pronto el lugar de la falla. Veamos ahora la forma de proceder para localizar la avería cuando el motor no se pone en funcionamiento. El orden de inspección es el siguiente:

a) **Comprobar la batería.** Generalmente, ahí está la causa. Encienda los faros y vea si la luz es fuerte o mortecina; en este último caso, la batería está poco cargada. Pruebe poner el motor en marcha: si los faros casi se apagan, es señal segura de que la batería está descargada. Finalmente, mida la densidad con el densímetro, que nunca debe marcar menos de 1,220. Si con un voltímetro cada elemento acusa una tensión del orden de 1,6 V, es señal definitiva de que la batería debe ser recargada a fondo. Si esto ocurriese con frecuencia, revisarla y someterla a un tratamiento especial, según explicamos oportunamente.

b) **Falla en el circuito.** Puede suceder que haya una derivación a la masa, en cuyo caso ésta es la causa de la descarga de la batería. Para comprobarlo prácticamente, lo mejor es sacar del coche el acumulador descargado y colocar en su sitio otro bien cargado, teniendo la precaución de que todos los interruptores estén abiertos (luces, ignición, etcétera), es decir que no haya consumo; si al conectar la batería se observa que se produce una chispa, es señal segura de que hay un corto circuito entre el cableado y la masa. Saque en seguida la batería y no vuelva a conectarla antes de que haya encontrado y reparado el cruce.

Si no hay ninguna falla en el cableado, entonces revise el contacto de puesta en marcha del motor y, además, la conexión de la batería con la masa, o sea, con el chasis. Una capa de óxido ocasiona un mal contacto y produce una elevada resistencia eléctrica, que limita enormemente la fuerte intensidad de corriente que necesita el motor de arranque. Se comprueba fácilmente al tacto: se calienta si hay mal contacto. En fin, si conecta los bornes de un voltímetro, uno en el terminal del cable y el otro en la masa, bien cercano, el instrumento de medición debe acusar una tensión máxima de un décimo de voltio (0,1 V); si es mayor, es debido a que el contacto entre la batería y el chasis es defectuoso, debiéndose desmontar y limpiar muy bien, ya sea con papel de esmeril, lima, etcétera, según la importancia de la capa de suciedad o de óxido que se haya acumulado.

c) **El interruptor de puesta en marcha.** Puede ser la causa de la avería, que puede consistir en que los contactos se hayan doblado, no pudiendo establecer el circuito. La forma prác-

tica de comprobarlo es tomar un cable grueso y hacer un cortocircuito en los dos bornes del interruptor; si el motor se pone en marcha, la falla está en el interruptor, el cual debe ser desmontado y arreglado. Muchas veces conviene más colocar otro nuevo, pues el costo de la reparación puede ser superior al precio de uno nuevo, que siempre funcionará mejor que uno viejo reparado.

d) **El motor de arranque.** Puede ser la causa de la avería, pues si la batería está bien, no hay ningún cortocircuito en el cable y el interruptor funciona correctamente, la falla está en el mismo motor. En tal caso, procedamos por parte. Primero, comprobemos el estado de las escobillas y del colector, que son los puntos vulnerables de esta clase de máquinas eléctricas; si se observase que el colector está sucio, límpiese, ajústese, etcétera, según las normas dadas. Vea si ahora marcha bien; de lo contrario, sáquelo del coche y sométalo a las comprobaciones necesarias para averiguar si el defecto está en los bobinajes, haciendo las reparaciones necesarias. Antes de reinstalar el motor en el coche, conviene someterlo a una prueba de freno.

e) **El acoplo mecánico** entre el motor de arranque y el de explosión puede ser la causa de que no se transmita la fuerza. Es una falla mecánica que se pone de manifiesto observando el sistema en cuestión. Ocurre bastante en el acoplo Bendix, a causa de que el contrapeso cae; en tales condiciones, el piñón no se desplaza a lo largo del tornillo y el motor de arranque no hace girar el volante del motor de explosión.

f) **El motor de explosión** puede ser la causa de la falla del funcionamiento. En ciertas circunstancias, debido a una mala lubricación, los pistones, el eje, etcétera, se engranan; en tales condiciones, el motor de arranque no podrá ponerlo en movimiento. La forma práctica de comprobar esta gravísima avería, sobre todo si es de un cilindro, consiste en tratar de poner en marcha el motor de explosión a mano, con la manivela; si se nota una resistencia extraordinaria, debe someterse el motor, antes que nada, a una revisión completa.

g) **Las juntas de la culata** pueden la causa de un mal funcionamiento. Si después de haber sometido un motor a una limpieza o esmerilado de las válvulas nota que el motor funciona mal, apriete los tornillos de la culata, ya que es muy probable que haya una fuga a través del suplemento de amianto colocado entre cilindros y culata. Bueno, ahora ya entraríamos en fallas del coche de orden mecánico [1].

202. El motor arranca lentamente

Son varias las causas que pueden afectar una puesta en marcha defectuosa. Es opinión muy generalizada que es debida a defecto del sistema de la ignición; sí, puede serlo, pero hay otras causas, como:

a) **La batería puede estar descargada** o tener un mal contacto de sus terminales con el cable o la masa; avería en el interruptor de puesta en marcha; mal contacto de las escobillas y colector sucio.

b) **La chispa puede estar demasiado retrasada**, ocasionando una contrapresión al pistón, que retarda su funcionamiento.

c) **La línea del sistema de ignición tiene pérdida** por cortocircuito con la masa o con algún otro cable. Esto siempre va acompañado de un mayor consumo de corriente, que se pone en evidencia por medio del amperímetro.

d) **Los devanados** de las bobinas de campo (o del inducido) pueden tener avería.

e) **Algunas bujías** fallan debido a que están flojas, sucios los contactos, porcelana rajada, etcétera.

[1] En *Tratado práctico de automóviles y motocicletas* se describen todas las averías que pueden tener los motores de explosión y lo que debe hacerse para arreglarlas.

f) **Avería en la bobina elevadora de tensión**, malos contactos del interruptor, condensador malo, alguna derivación parcial a masa.

g) De orden mecánico pueden ser las siguientes fallas: mala compresión, válvulas mal ajustadas o sucias, cojinetes rayados o demasiado apretados, aceite inadecuado, que ocasiona carbonización y adherencias entre pistones y cilindros, etcétera.

Por la enumeración de las causas probables de mal funcionamiento, ya deducimos que las averías pueden ser muy diversas y es necesario saberlas localizar. Proceda siempre por eliminación, que es el método más seguro para encontrar una falla.

203. Prueba del motor al freno

Es la prueba más importante que puede hacerse con el motor de arranque. Existen dispositivos especiales, pero se puede fácilmente hacer la prueba con un poco de habilidad manual, realizando el conjunto que presentamos en la figura 232. Se coloca el motor eléctrico aprisionado en un tornillo de banco (morsa), y en el extremo libre del eje se ponen dos maderas que pueden abrirse alrededor de la bisagra B; un tornillo T, con tuerca a mariposa, permite que las maderas C y D aprieten el eje del motor. En la palanca D, a una distancia de 305 mm desde el centro del eje (305 mm = 1 pie, o sea 12 pulgadas), se pone un gancho G, en el cual se coloca un dinamómetro (romana) capaz de medir hasta 50 libras inglesas (1 libra inglesa = 454 g). Estas medidas, distintas del sistema que nosotros seguimos, se emplean porque la mayoría de los automóviles hoy existentes en casi todo el mundo, y especialmente en América, son de fabricación norteamericana; por lo tanto, es necesario medir la potencia de los motores de arranque según las indicaciones que dan sus fabricantes, que se expresan por las libras de fuerza que ejerce el eje a un pie de distancia. Una vez esto aclarado, y evaluada su equivalencia al sistema métrico decimal, por si quiere expresar el par motor en kilogramos, veamos cómo se efectúa la prueba al freno:

a) Coloque el motor de arranque en un tornillo de banco, bien apretado, según indica la figura 232.

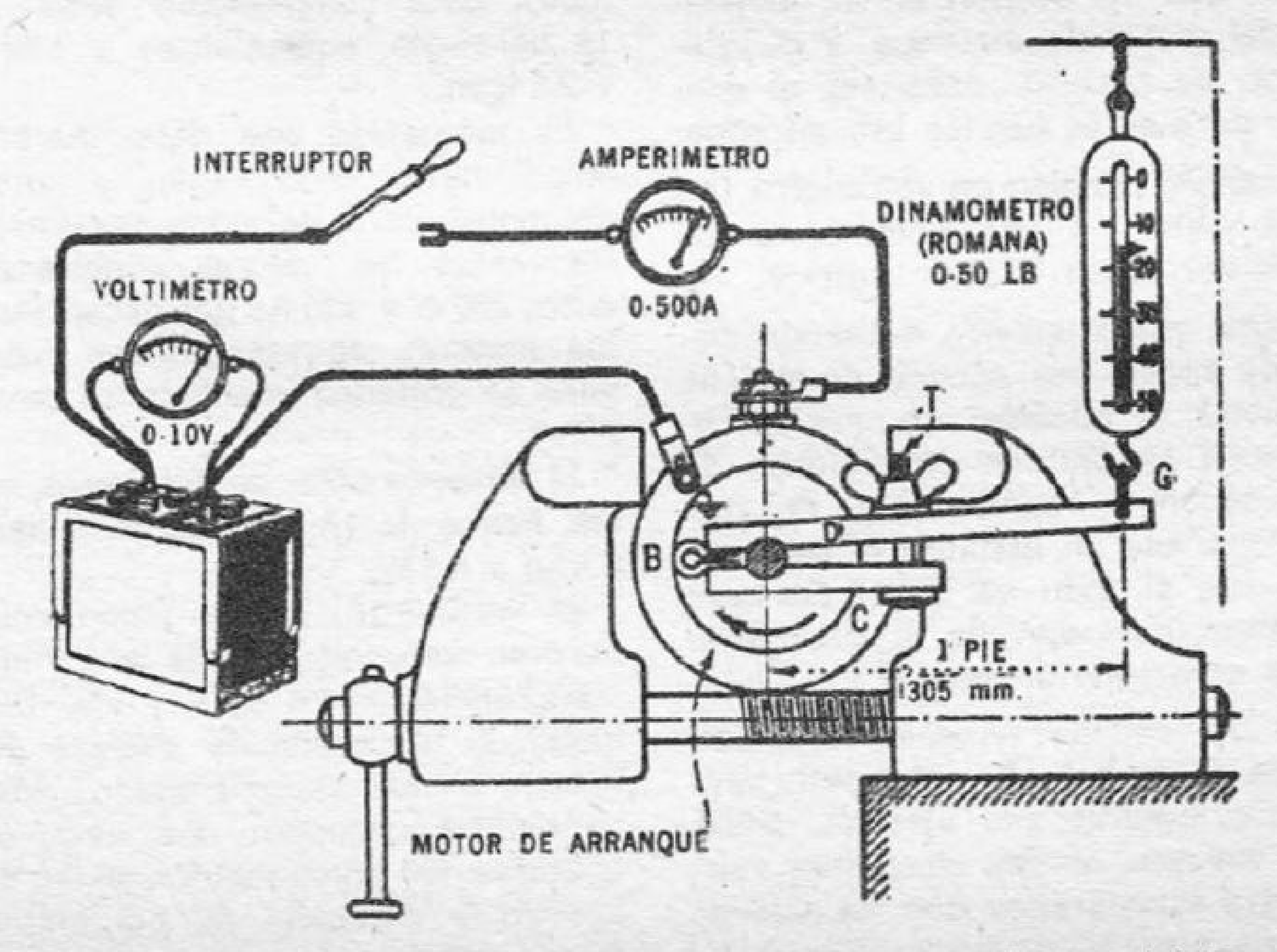


Fig. 232. Disposición para medir la potencia de los motores eléctricos al freno.

b) Antes de hacer nada más, compruebe el sentido de rotación del motor, que debe ser tal como funciona en el coche. Esta comprobación es necesaria porque si, una vez montado el dinamómetro, el motor girase al revés, podría ocasionar mucho daño al operador.

c) Coloque el juego de palancas C y D, ajustándolas con cuidado en el eje, apretando la tuerca de forma que el eje pueda girar, pero con bastante rozamiento.

d) Ponga el dinamómetro en el gancho G y en su soporte, cuidando que quede bien vertical y que marque cero cuando no actúa presión alguna hacia abajo. Sitúe el extremo G algo más levantado que el centro del eje; unos dos centímetros bastan.

e) Conecte ahora la batería de acumuladores siguiendo fielmente el esquema de la figura 232. El borne de masa, directamente a la batería, y el polo vivo a través de un interruptor y un amperímetro capaz de medir hasta 500 A en los tipos usuales de coches y hasta 800 A si se trata de un motor de arranque instalado en un Cadillac u otros coches pesados similares. Los cables empleados deben ser de los que se utilizan en la instalación del motor de arranque, y el interruptor, de cuchilla, debe ser el adecuado para estas fuertes intensidades.

f) Instale también un voltímetro (de escala hasta 10 V es suficiente) en los bornes del motor o de la batería.

g) Una vez terminada la instalación, estando seguro del sentido de marcha del motor y, además, de que la batería está en óptimas condiciones de carga, etcétera, sepárese algo del motor, cierre por un instante el interruptor y vea si todo va bien. En caso afirmativo, deje cerrado el interruptor y vaya apretando el tornillo T.

Con un cuentarrevoluciones aplicado a la punta del eje del motor, vaya tomando lecturas, por ejemplo, 1 000, 800 y 500 rpm, de los siguientes valores, para compararlos con los que da el fabricante:

1) Intensidad, en amperios, que señala el amperímetro;

2) Tensión, en voltios, que indica el voltímetro;

3) Fuerza, en libras, que acusa el dinamómetro.

Es conveniente que haya una segunda persona que tome estas lecturas mientras el operador cuida exclusivamente el control de los aparatos e instrumentos.

h) Tomadas las lecturas, afloje la tuerca y deje girar libremente el motor unos instantes, pudiendo repetirse la comprobación para cerciorarse de los resultados de las lecturas.

i) Levante el interruptor y, colocando el dedo sobre la palanca D, no debe sentir ninguna sacudida brusca hacia atrás.

j) Para interpretar el resultado de los valores obtenidos es necesario saber cuál debe ser el valor del par a 305 mm del eje (1 pie) y, además, la intensidad, en amperios, que debe consumir a distintas velocidad el tipo de motor que se ha comprobado.

En la mayoría de los motores de arranque actualmente en uso, el par motor está comprendido entre 12 y 18 libras-pie, equivalentes a 1,66 kgm y 2,5 kgm.

La intensidad que debe marcar el amperímetro varía según la potencia del motor, pero, de todas maneras, son frecuentes los valores comprendidos entre 250 A y 400 A; por excepción, en los motores de los grandes automóviles se obtienen intensidades de unos 700 A.

El dinamómetro, en los casos usuales, marca de 12 a 18 libras, o sea de 5,5 kg a 8,5 kg.

El voltímetro, en los momentos de máximo esfuerzo, señala una tensión comprendida entre 3,5 V y 4 V. Desde luego, la absorción de energía de la batería es tan enorme que su descarga es extraordinaria. Por esto, debe operarse con suma rapidez en las pruebas de la medición del par motor al freno, con un operador experto para

las manipulaciones y otro que tome las lecturas de los instrumentos de medición y del dinamómetro.

La absorción de varios centenares de amperios por el motor de arranque explica por qué en tiempo frío se dificulta la puesta en marcha de los motores de explosión. En primer lugar, por la adherencia de todas las piezas mecánicas entre sí (los pistones con los cilindros, los ejes con los cojinetes, los dientes de los engranajes, etcétera); en segundo lugar, por la dificultad de producir la explosión a una mezcla fría; a todo esto se añade que si la tensión de la batería desciende a menos de 4 V, lo cual representa una disminución del orden del 35 % de su valor normal (6 V), resulta que en el secundario, si tiene una relación de 2 000 a 1 con respecto del primario, en vez de inducirse en él una tensión de 12 000 V, será solamente de 8 000 V; la chispa, si se produce, será pobre, fallan muchas explosiones y el motor difícilmente se pone en marcha, descargándose rápidamente la batería, con todas sus graves consecuencias, sobre todo en tiempo frío.

Aunque parezca apartado del tema que estamos tratando, en tiempo frío (sin dar llave a la ignición), dé una docena de vueltas a la manivela que pone en marcha el motor de explosión; esto hará que se despeguen las adherencias debida al aceite y que algún cilindro se llene con mezcla, de forma que al cerrar el interruptor y poner en marcha el motor de arranque el motor de explosión funcionará con relativa facilidad.

204. Causas de un par motor insuficiente

Las consecuencias que pueden deducirse de la prueba de un motor de arranque al freno son las siguientes:

a) Si el amperímetro acusa un exceso de intensidad, los devanados tienen avería;

b) Si el par motor es menor que el debido, acusando el amperímetro poca intensidad, la causa reside en una resistencia intercalada en el circuito, ocasionada por algunas de las fallas indicadas oportunamente.

Capítulo XXV

BOBINAJE DEL MOTOR Y DE LA DINAMO

205. Número de ranuras y de delgas

Los datos fundamentales para el planteo de un bobinaje consisten en saber el número de ranuras que tiene el núcleo laminado del inducido y las delgas del colector. En las máquinas eléctricas de los autos es frecuente encontrar 15 y 16, 21 y 24, sin que esto sea absoluto, desde luego. Generalmente, hay tantas delgas como ranuras, pero a veces se cuenta doble número de delgas que de ranuras; este último caso se utiliza cuando las intensidades son muy fuertes y es necesario fragmentar la corriente en dos delgas en vez de una sola.

Para tener una idea bien exacta acerca de este importante punto, en la figura 233 presentamos toda la parte giratoria de una máquina eléctrica antes de bobinarse: se compone del núcleo laminado y del colector. En (a) vemos el conjunto de lado, y en (b), de frente. Es en (b) donde podemos apreciar la disposición de las ranuras y las delgas, cuyas numeraciones coinciden una a una. Precisamente, la primera operación que debe hacerse antes de bobinar un inducido es numerar con tiza las ranuras y las delgas del colector, pues en estas numeraciones hay que guiarse al hacer los devanados.

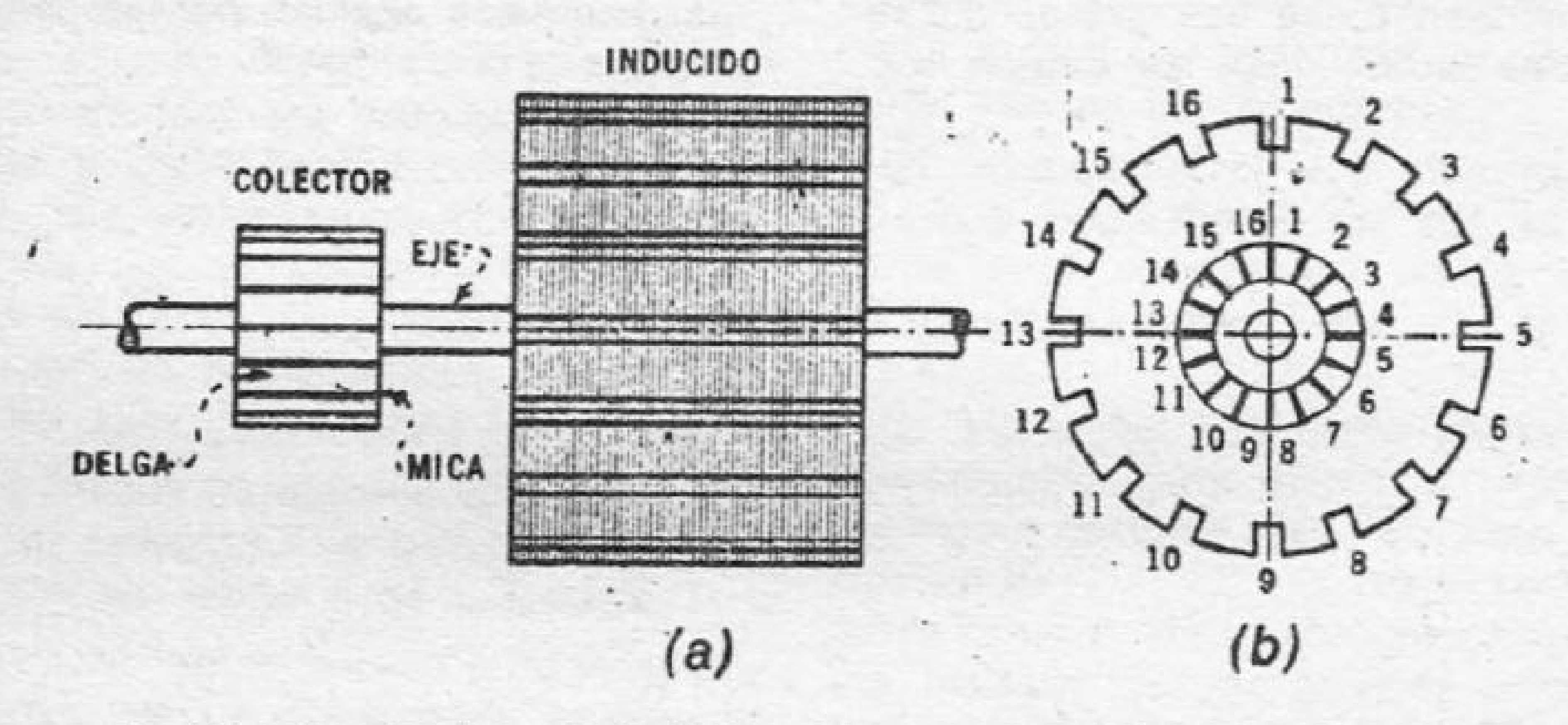


Fig. 233. Aspecto de conjunto de la parte mecánica giratoria de una máquina de corriente continua, dínamo o motor.

206. Pasos de ranura y de colector

Los datos específicos de un bobinaje se dan siempre con respecto a los números de ranuras por las que pasan los conductores y a los de las delgas

a las cuales se sueldan los extremos de cada bobina. Esto se simplifica y aclara gracias a la definición de ciertas características que indicamos a continuación.

Se denomina paso de bobina o paso de ranura al número de ranuras que hay entre los dos lados de una bobina. Este paso viene determinado por la distancia (en número de ranuras) que hay entre los centros de dos polos consecutivos, ya que ésta es la condición para que los dos lados de la bobina sean activos.

Se llama paso de colector al número de delgas comprendidas entre las dos a las cuales van a terminar los cabos de una bobina. Generalmente, se designa por las letras Yc.

de 4 polos, 90°; es el caso que estamos analizando.

Si el inducido gira según indica la flecha, en el conductor situado frente al polo N se engendrará una corriente que se alejará mientras que en el conductor alojado frente al polo S el sentido de la corriente será de venir hacia nosotros.

En la figura 234 vemos lo que significa paso de bobina, representado por la letra Y, así como paso de colector, Yc.

En la construcción de los bobinajes se utiliza otra forma de representación, sumamente clara y de gran valor práctico. Consiste en representar, desarrolladas, las ranuras del inducido y las delgas del colector, tal como indi-

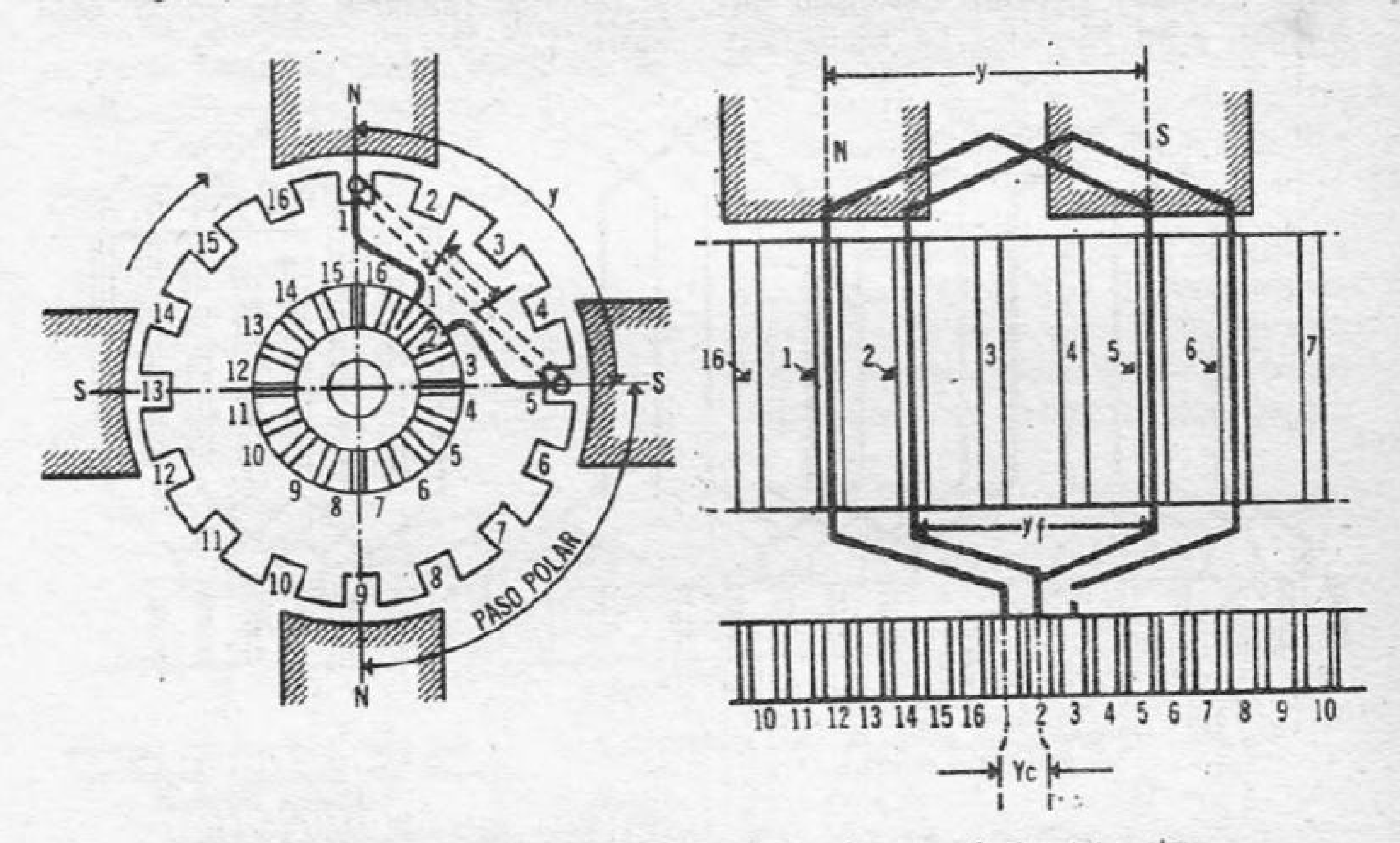


Fig. 234. Disposición del bobinaje en paralelo de una máquina tetrapolar.

Para aclarar estas explicaciones consideremos la figura 234, que representa una máquina de cuatro polos, con 16 ranuras y 16 delgas. Para que en las bobinas se genere la máxima tensión posible es conveniente que sus lados de bobina estén acoplados en las ranuras que estén distanciadas un paso polar, o sea, el ángulo correspondiente a las líneas de eje de dos polos consecutivos; en las máquinas de 2 polos este ángulo es de 180°, y en las

camos en la figura 234. Ahora aparecen más claros los valores de Y (paso de bobina) e Yc (paso de colector), así como un nuevo valor, Yf, que llamaremos paso frontal, el cual representa el número de ranuras comprendidas entre la salida de una bobina y la entrada de la siguiente, tal como se ve en la figura. Luego veremos la aplicación práctica del paso frontal.

El paso de bobina se halla dividiendo el número total de ranuras por el

número de polos que tiene la máquina, es decir que si el inducido tiene 16 ranuras y la máquina 4 polos, el paso de bobina será de 16 ÷ 4 = 4 ranuras, o sea que Y = 4. Por consiguiente, empezando el bobinaje en la ranura 1, hay que contar ahora un espacio de otras 4 ranuras hasta la 5, por la cual pasará el otro lado de la bobina.

207. Bobinas en serie y en paralelo

Una vez determinado el paso de bobina, o sea, las ranuras en las cuales se alojan los lados de bobina que generan energía eléctrica, veamos los dos sistemas de interconectarlos: en serie (llamado también devanado ondulado) y en paralelo. La figura 235 indica el primer sistema de interconexión, que forma una especie de ondulación; en los bobinajes en serie se suman las tensiones. En la figura 236 vemos la interconexión de los lados de bobina en paralelo; este procedimiento se emplea en máquinas que producen o absorben fuertes intensidades.

Paso progresivo y regresivo. Según hemos visto (fig. 234), partiendo de la delga 1, el primer lado de bobina se aloja en la ranura 1, continúa luego el conductor por detrás del inducido y penetra en la ranura 5, donde tenemos el segundo lado de la bobina primera, para ir a terminar en la delga 2; ahí mismo empieza la bobina segunda, cuyo primer lado se aloja en la ranura 2, pasa el conductor por detrás y penetra en la ranura 6 (donde se aloja su segundo lado) para ir a soldar su extremo a cabo en la delga 3, y así sucesivamente. Ya vemos que tanto las ranuras como las delgas van progresando numéricamente, por cuyo motivo a esta forma de devanado se la denomina de paso progresivo. Se obtiene esta forma cuando el paso frontal Yf es más pequeño que el paso bobina Y. Es el caso representado en la figura 234: Yf está comprendido entre 4 ranuras, mientras que Yc lo está entre 5.

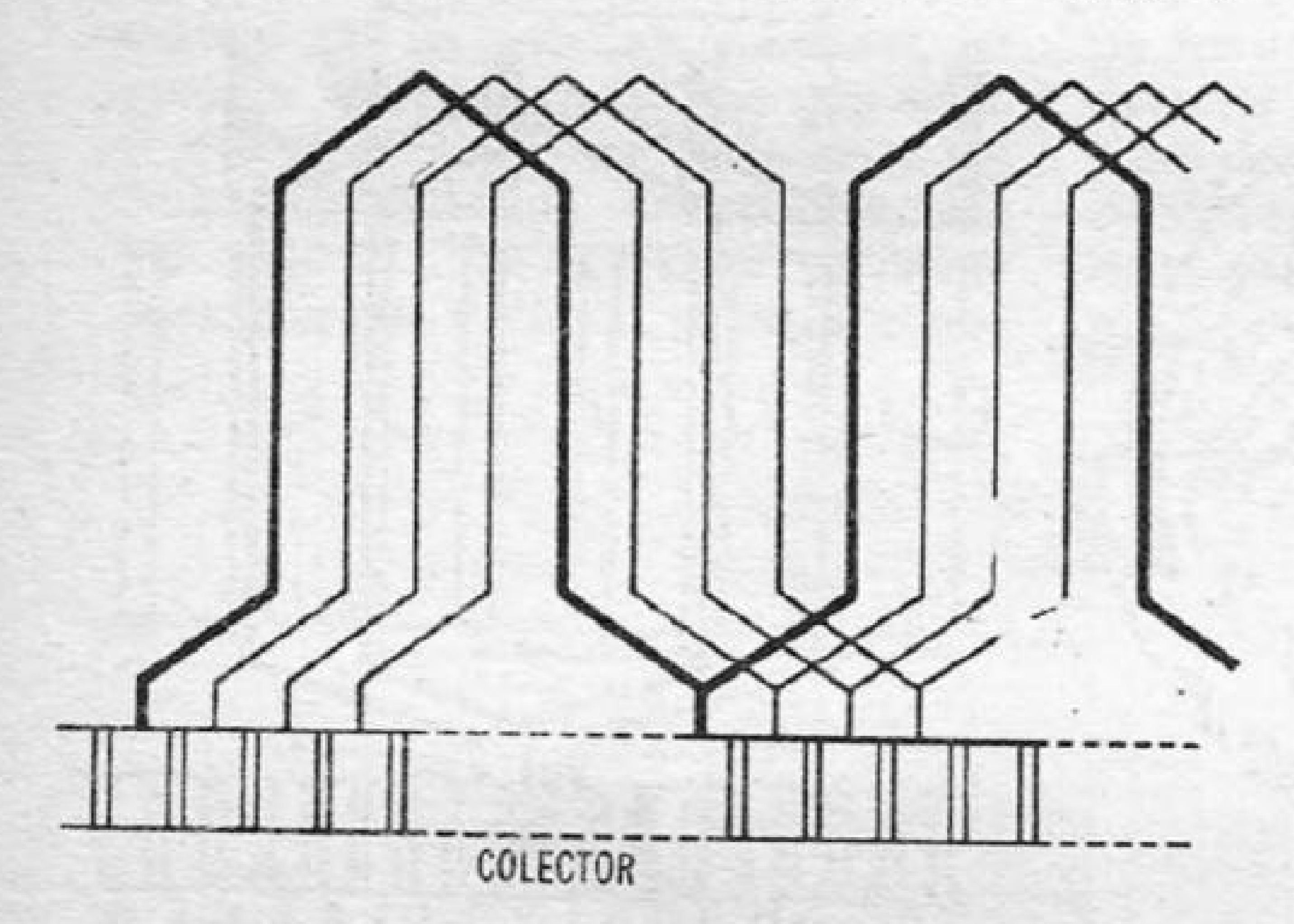


Fig. 235 Devanado en serie de una máquina de corriente continua.

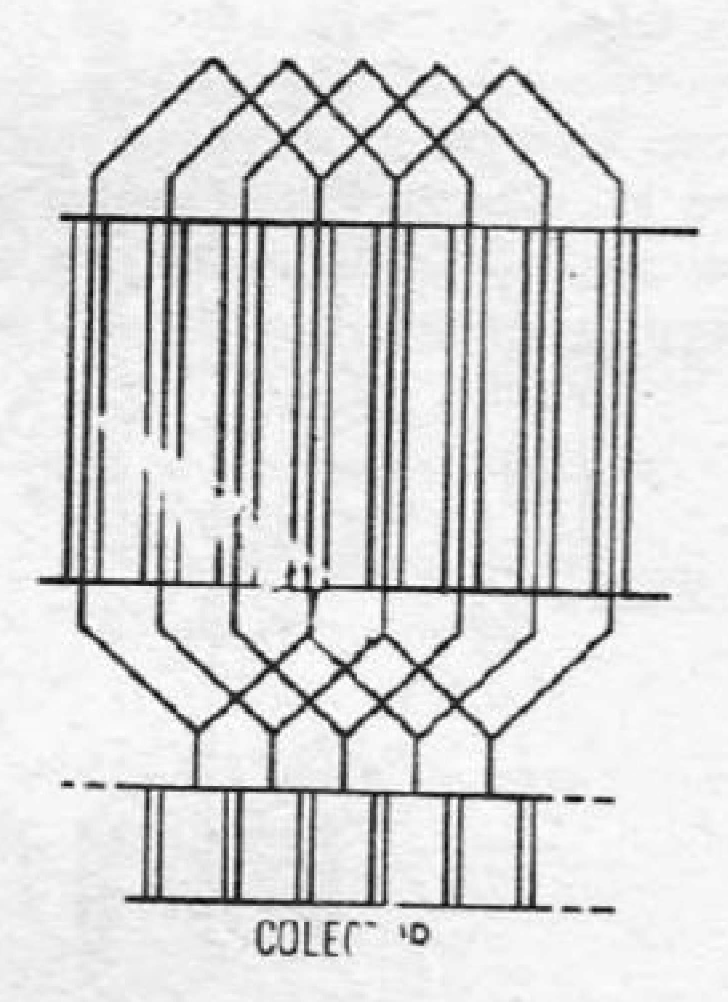


Fig. 236. Bobinado en paralelo de una dínamo o motor de corriente continua.

Consideremos ahora el caso de un paso regresivo (fig. 237). Vemos, en primer término, que el paso de bobina Y es más pequeño que el paso frontal Yf, es la característica de los devanados regresivos. Una simple observación nos revela que la primera bobina parte de la delga 1, pasa por la ranura 1, luego por la ranura 9 y viene a la delga 16, es decir, la anterior (en vez de la posterior de los devanados progresivos). Siguiendo, veremos que la bobina parte de la delga 16, pasa por la ranura 16, luego por

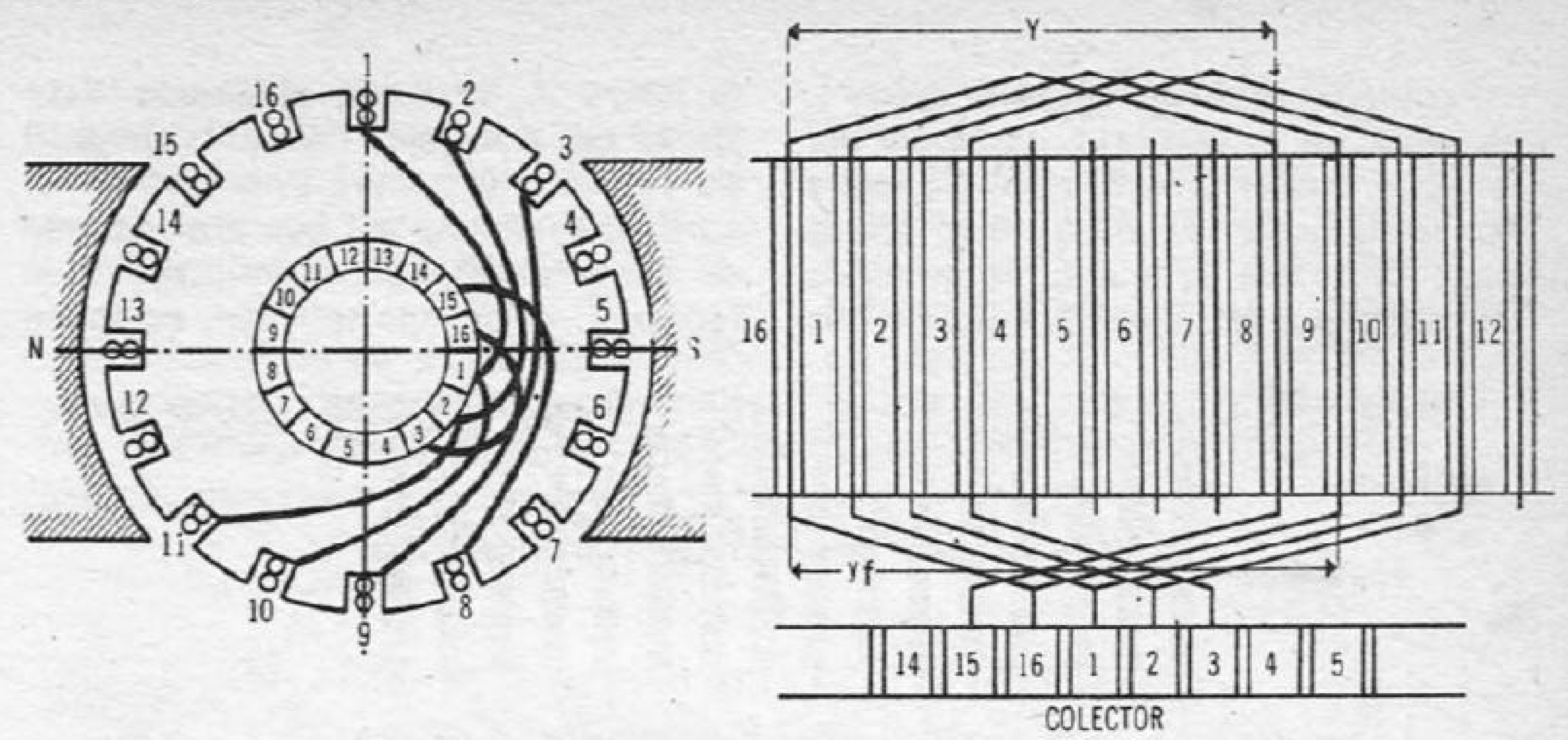


Fig. 237. Ejemplo de bobinaje en paralelo. En (a), las conexiones vistas desde el colector; en (b), tal como las vemos suponiendo al inducido y el colector desarrollados sobre un plano.

la 8 viene a la delga 15, y así sucesivamente, es decir que la progresión es hacia atrás, de donde viene su denominación de devanado regresivo.

208. Bobinajes bipolares

Generalmente, las máquinas utilizadas en los automóviles presentan los dos casos típicos siguientes: a) el tambor tiene tantas ranuras como delgas el colector; b) el colector tiene dos delgas por cada ranura. La razón fundamental de estas dos formas de número de delgas del colector está en el valor de la intensidad que recorre los bobinajes; de esta manera, por fraccionarse la corriente entre dos delgas en vez de pasar por una sola, la conmutación se efectúa más fácilmente, las escobillas duran mucho más y la superficie del colector se mantiene en mejores condiciones de limpieza, evitándose el chispeo.

a) **El número de ranuras es igual al de delgas.** Este tipo de bobinaje lo presentamos en la figura 238, en vista frontal, desde el lado del colector, pudiendo apreciar la distribución general del devanado: en cada ranura hay dos conductores. En la figura 239 indicamos el mismo bobinaje, ahora desarrollado panorámicamente, que es el que se utiliza siempre en la práctica constructiva.

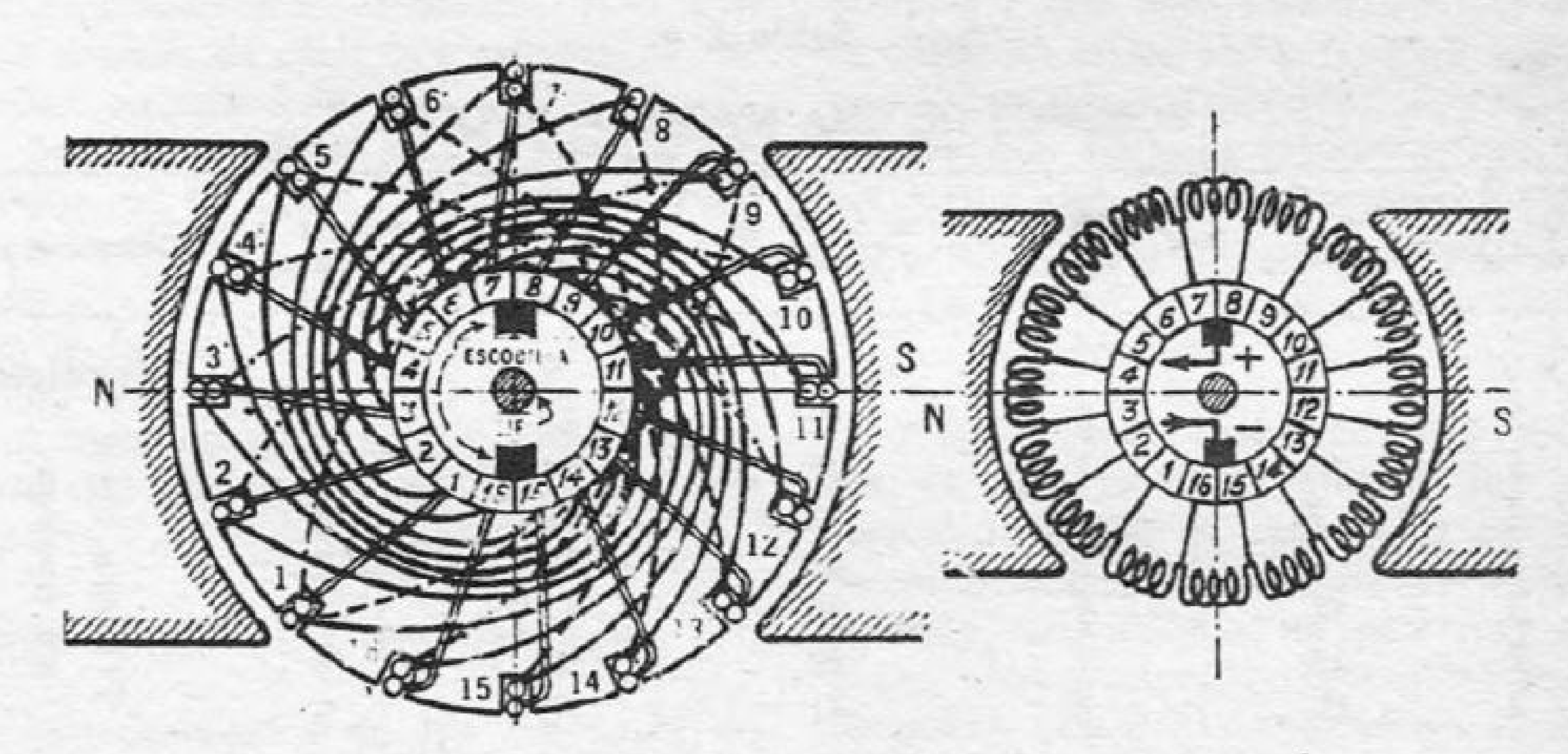


Fig. 238. Vista frontal de un bobinaje ondulado bipolar.

Partiendo el devanado de la delga 1, se aloja en la ranura 1, pasando por la parte posterior del inducido; entra por la ranura 9, de donde sale por la parte delantera y va a la delga 2; de ahí entra por la ranura 2, sale de ella y entra por la ranura 10, de donde viene a la delga 3; entra luego por la ranura 3, sale de ésta y va a la ranura 11, de donde viene a la delga 4, y así sucesivamente hasta ocupar todas las ranuras, cosa que en este caso sucede al llegarse a la ranura 16 y a la delga 9. Una vez alcanzado este punto del bobinaje, desde la delga 9 se vuelve a la ranura 9, colocando el conductor encima del que previamente se había puesto, pasando luego a la ranura 1, colocando también, como en todas las ranuras sucesivas, el alambre sobre el ya existente. Así se va continuando, hasta llegar finalmente a la delga 16, alojando en cada ranura dos alambres, aunque, en total, hay solamente 16 bobinas. Vamos a traducir en la tabla 6 el bobinaje descrito.

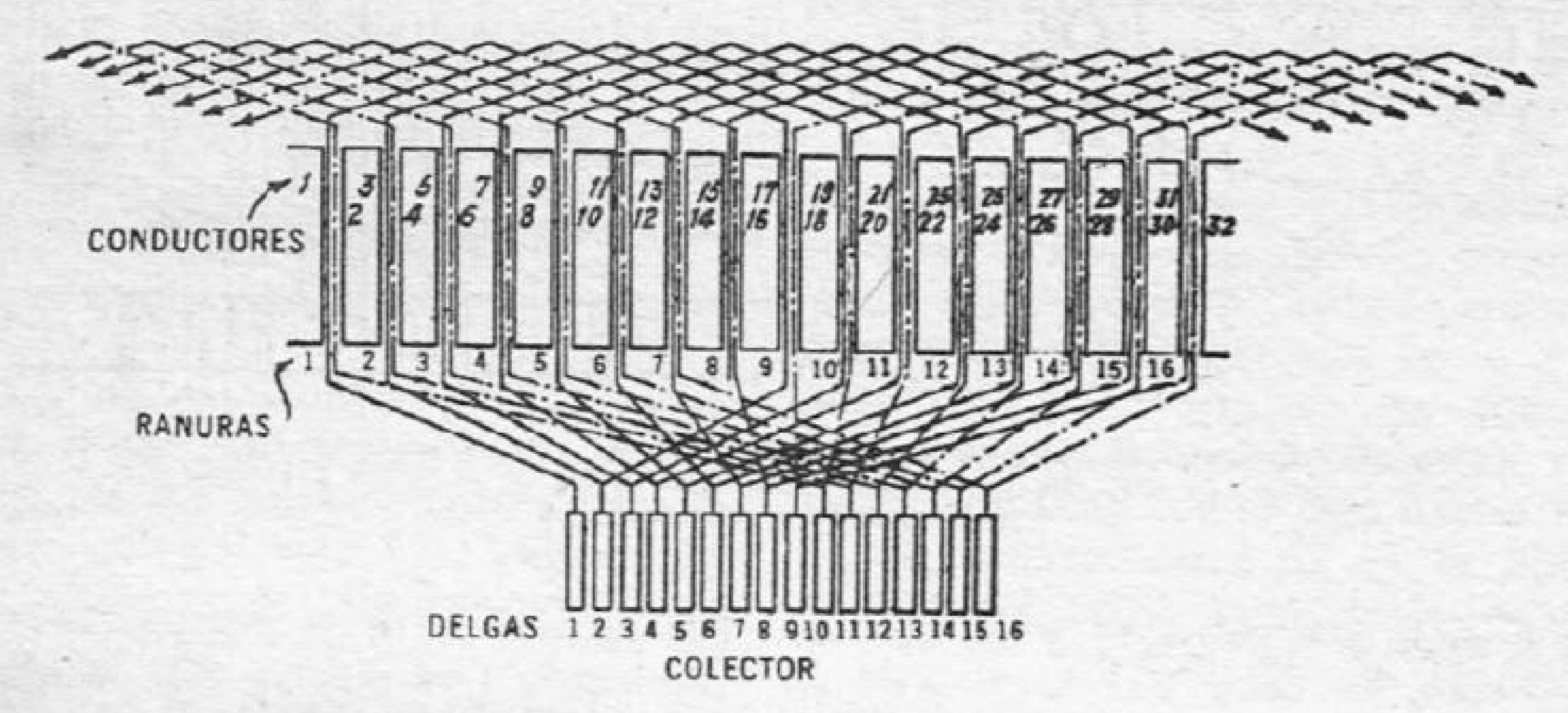


Fig. 239. Desarrollo panorámico del devanado bipolar.

Tabla 6

BOBINAJE DE UNA MAQUINA BIPOLAR

De la delga	va al conductor	alojado en la ranura	de donde va al conductor	alojado en la ranura	para ir a la delga	Observación
1	1	1	17	9	2	Principio
2	3	2	19	10	3	Primera capa de espiras
3	5	3	21	11	4	
4	7	4	23	12	5	
5	9	5	25	13	6	
6	11	6	27	14	7	
7	13	7	29	15	8	
8	15	8	31	16	9	
9	18	9	2	1	10	Segunda capa de espiras
10	20	10	4	2	11	
11	22	11	6	3	12	
12	24	12	8	4	13	
13	26	13	10	5	14	
14	28	14	12	6	15	
15	30	15	14	7	16	
16	32	16	16	8	1	Fin

Una comprobación del esquema de la figura 239 de la tabla correspondiente permite tener una idea cabal de cómo se procede para el planteo de la construcción de un bobinaje.

b) **El número de delgas es el doble que el de ranuras.** Vamos a considerar una máquina de 12 ranuras con 24 delgas del colector.

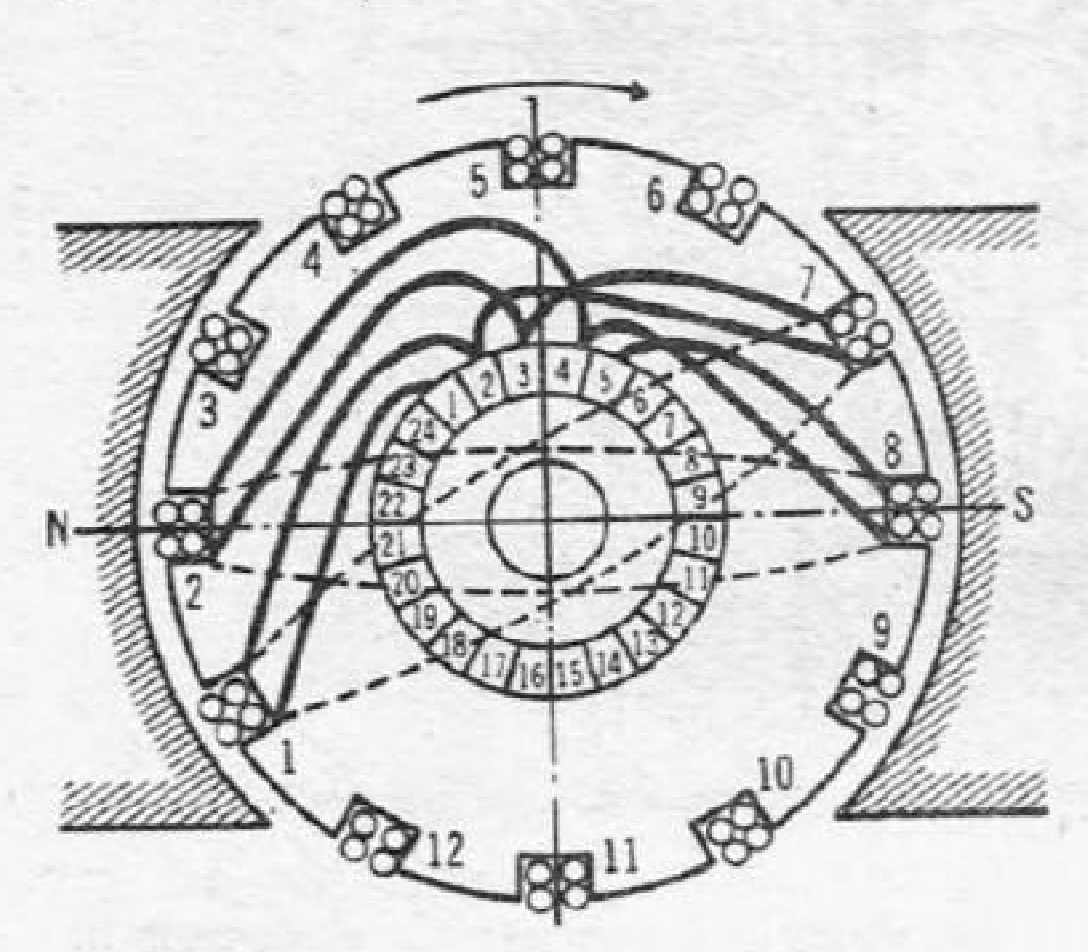


Fig. 240. Bobinaje en paralelo de una máquina bipolar, vista frontal.

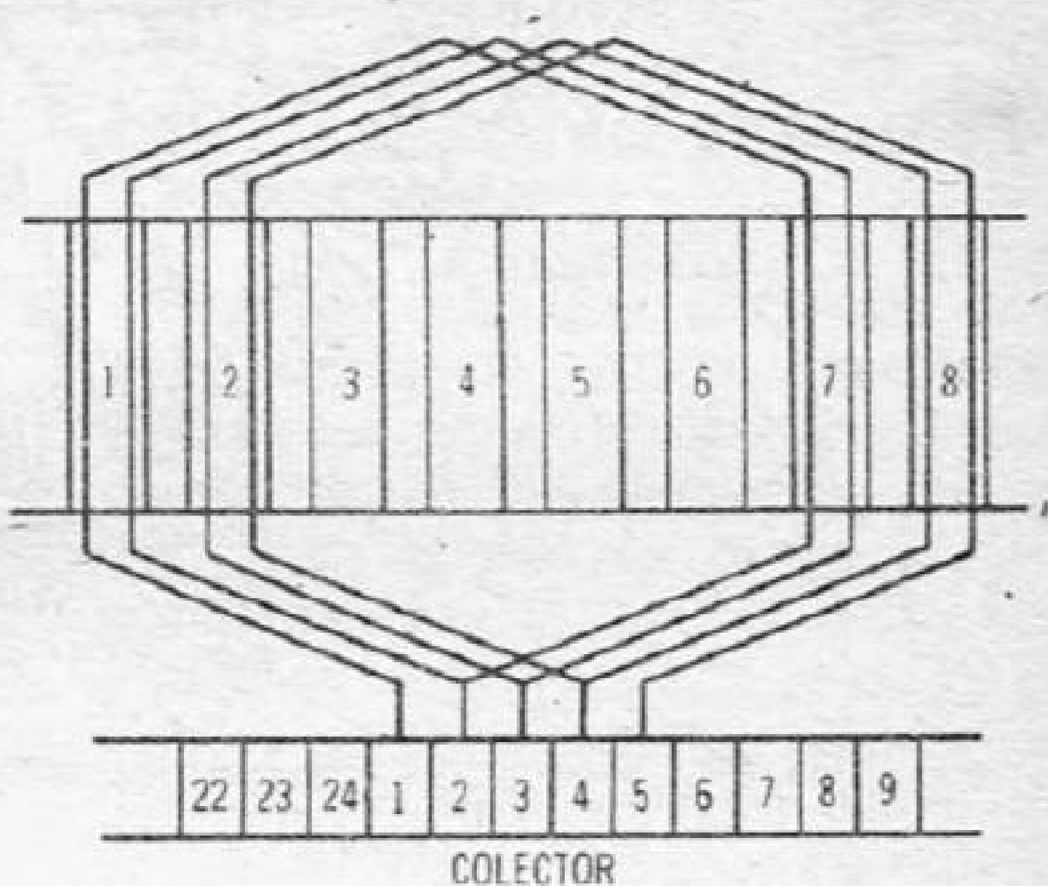


Fig. 241. Vista panorámica del devanado de la figura anterior.

En cada ranura hay cuatro conductores. En realidad, es un caso similar al anteriormente estudiado, sólo que las espiras de cada dos ranuras se colocan en una sola.

Dada la similitud con el ejemplo anterior, en la figura 240 indicamos solamente la vista frontal de la máquina con unas cuantas espiras solamente, y en la figura 241, el desarrollo panorámico del comienzo del bobinaje, que continúa en una forma similar a la descrita en el caso de una delga por ranura.

209. Bobinajes tetrapolares

Los devanados de las máquinas de cuatro polos se caracterizan porque, siendo en realidad como dos máquinas (cada dos polos forman, en rigor, o una generatriz o un par motor), los devanados pueden conectarse de dos maneras distintas: a) en serie; b) en paralelo. En el primer caso se obtienen máquinas que funcionan a base de tensión, y en el segundo, de intensidad (fig. 242).

La técnica del bobinado de las máquinas de cuatro polos consiste en saber distribuir convenientemente las bobinas en las ranuras y luego interconectarlas de forma que las corrientes circulen en serie o en paralelo. El primer caso conduce a emplear solamente dos escobillas, puesto que si todas las bobinas están conectadas una a continuación de otra, basta una sola entrada y una sola salida; en cambio, la conexión en paralelo requiere cuatro escobillas, por fraccionarse el bobinaje en dos, que luego se interconectan con los polos del mismo nombre; funcionan como dos máquinas separadas eléctricamente, cada uno de las cuales tiene dos escobillas.

a) **Bobinaje en serie.** En este sistema de devanado, el circuito que se forma, partiendo de cada delga del colector, está constituido a través de dos bobinas, una debajo de cada par de polos y en posiciones diametralmente opuestas (fig. 243), llegándose a una delga antes o una delga después de la partida, según que el devanado sea regresivo o progresivo. Desde esta segunda delga se vuelve a repetir un nuevo circuito a través de otras dos bobinas contiguas a las anteriores, viniéndose a parar a una tercera delga situada al lado de la segunda. Así se

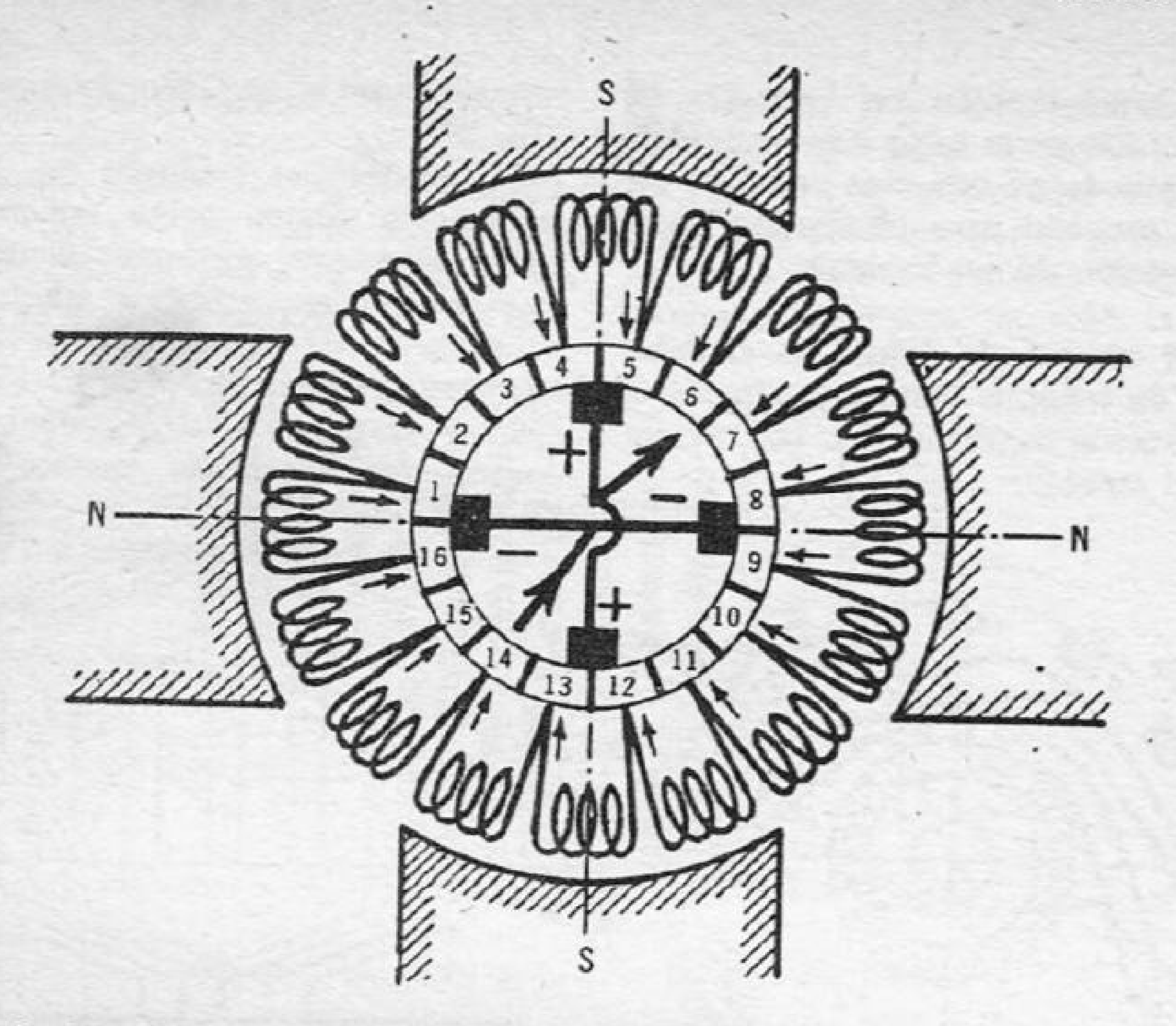


Fig. 242. Bobinaje de una máquina eléctrica tetrapolar, devanada en paralelo.

va prosiguiendo hasta que se alcanza la mitad del devanado, en cuyo punto se sitúa la escobilla de polaridad contraria, continuándose el bobinaje hasta

1 5 9 13

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 1 2

COLECTOR

Fig. 243. Esquema de devanado en serie de máquina bipolar.

terminarlo; se llega, al fin, a cerrar en la misma delga de partida. Las escobillas deben estar situadas en ángulo recto si sólo hay dos, pero generalmente se colocan tantas escobillas como polos tiene la máquina, o sea, cuatro en una tetrapolar; de esta forma se divide la intensidad y las superficies de contacto trabajan con una densidad de corriente más pequeña.

La figura 244 representa el devanado de una máquina tetrapolar en serie. Se trata de un inducido de 15 ranuras y 15 delgas en el colector. Observe que los inducidos con bobinajes en serie tienen un número impar de ranuras.

b) **Bobinaje en paralelo.** Se caracteriza por dividir el devanado en tantas partes como polos tienen la máquina (cuatro en este caso). Este hace que

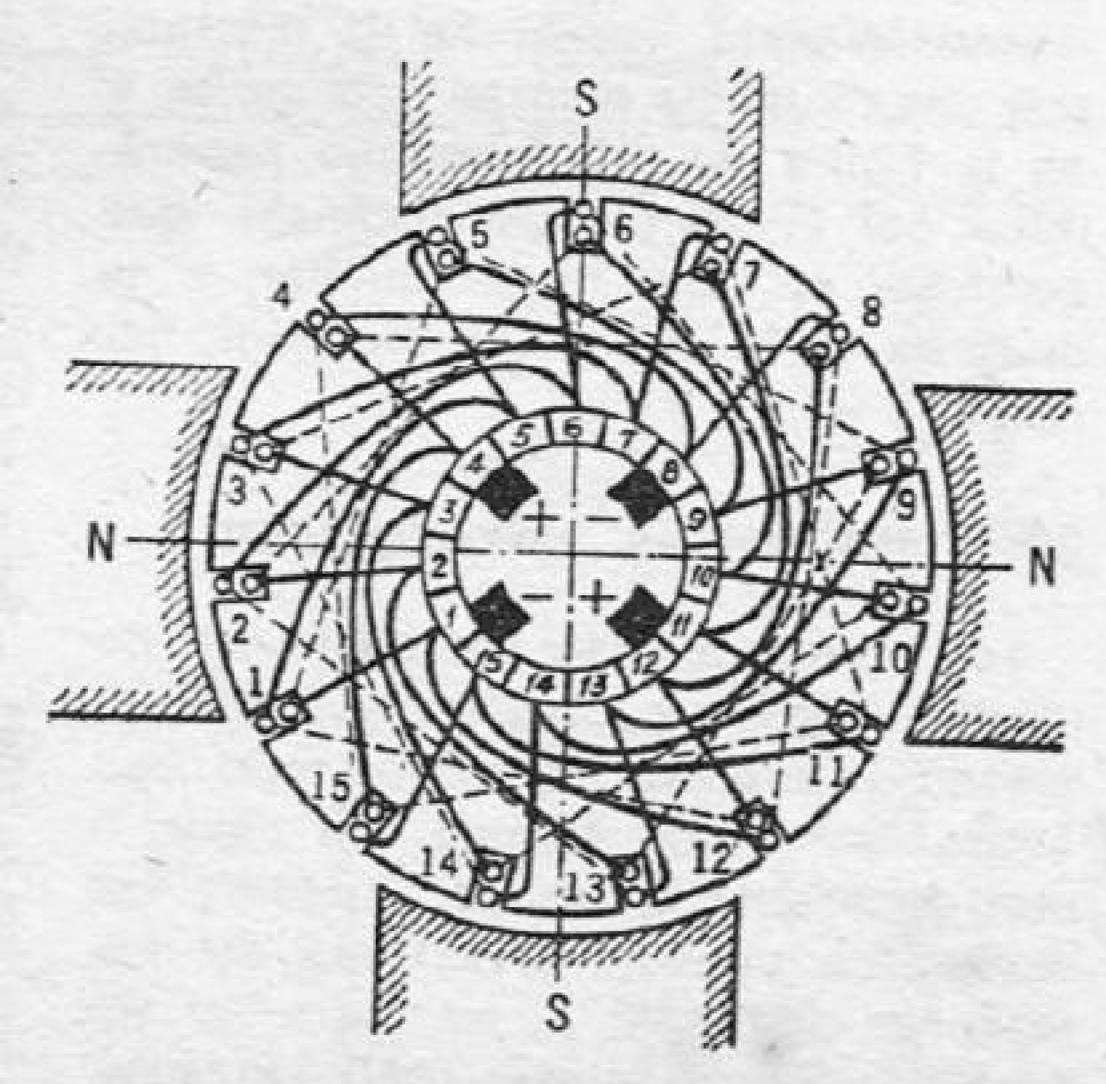


Fig. 244. Vista frontal de un devanado en serie de una máquina tetrapolar.

el número de escobillas sea el mismo que el de polos (fig. 245). En la figura 246 representamos la forma panorámica del devanado referente a tres bobinas solamente.

Como hay tantas bifurcaciones como polos tiene la máquina, la corriente que pasa por un conductor es la cuar-

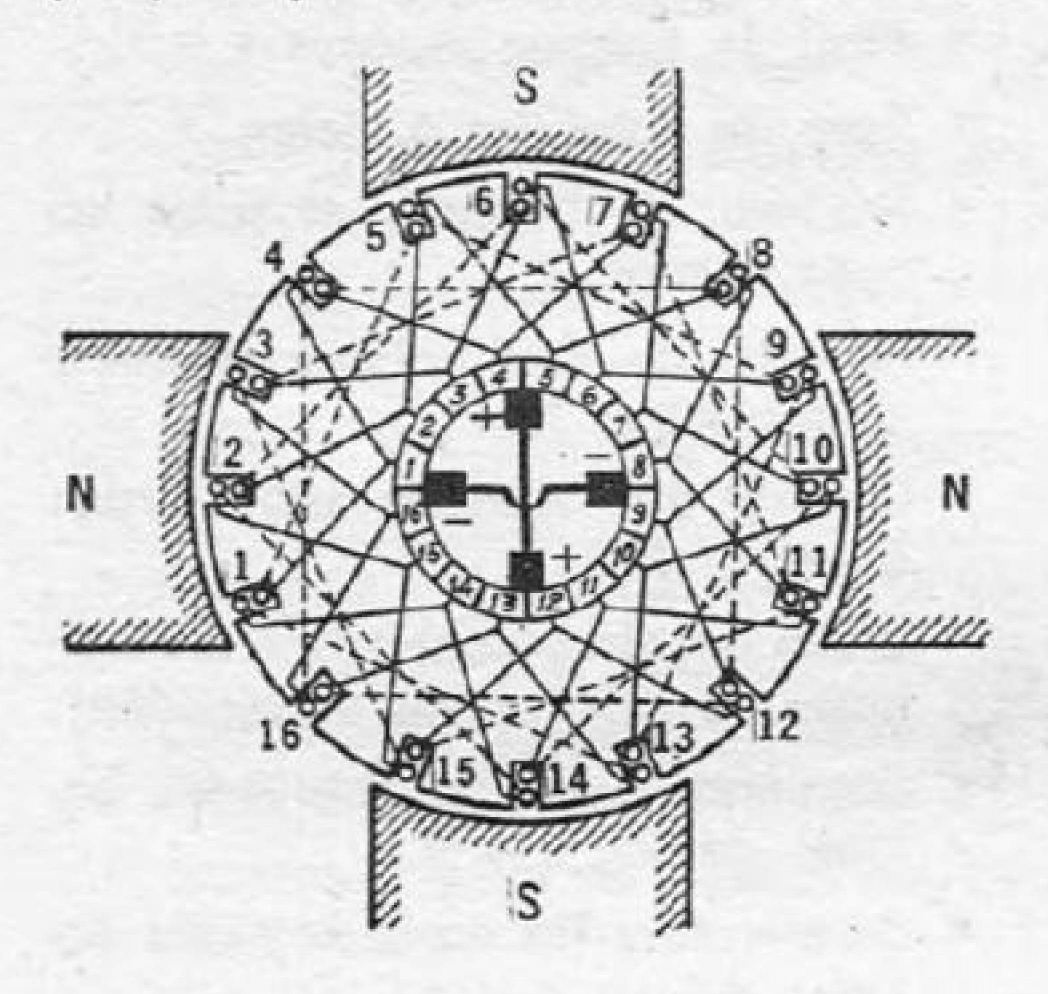


Fig. 245. Devanado en paralelo de una máquina tetrapolar, vista frontal.

ta parte de la intensidad total de salida. Si es una generatriz, se adapta bien para funcionar con intensidades fuertes: en el caso de una máquina de 4 polos, por un conductor cualquiera

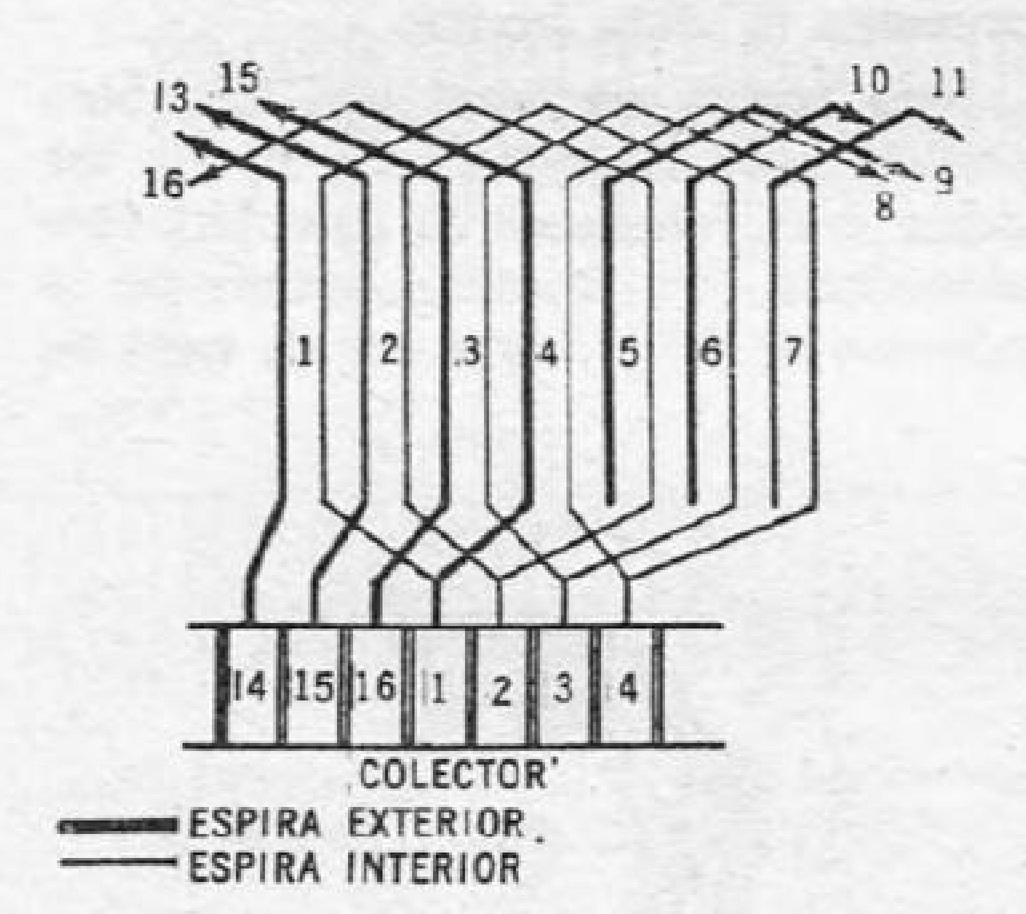


Fig. 246. Vista panorámica del bobinaje tetrapolar, paralelo.

del bobinaje pasa solamente la cuarta parte de la corriente principal I, o sea, I ÷ 4.

La figura 245 indica un inducido con 15 ranuras (debe ser un número par en los bobinajes en paralelo) y un colector del mismo número de delgas. El bobinaje está hecho colocando dos lados de bobina en cada ranura. Observamos que saliendo de una delga, la 1, por ejemplo, va a la ranura 1 y pasa a la ranura 5, de donde sale para conectarse a la delga 2, es decir, la contigua a la de la partida, y así sucesivamente, según se deduce de la vista frontal del bobinaje.

210. Ventajas del devanado en serie

Para las máquinas eléctricas de 4 polos empleadas en los automóviles, el bobinaje en serie ofrece ventajas dignas de tenerse en cuenta. En primer lugar, el número de escobillas queda reducido al mínimo: dos; esto facilita su cuidado, pues, estando colocadas en ángulo recto, permite ponerlas en la parte superior, siendo así muy accesibles. Además, esta disposición permite el uso de la tercera escobilla en máquinas de 5 y 6 polos, sin el grave inconveniente de un amontonamiento de escobillas. Finalmente, si se utilizan tantas escobillas como polos tiene la máquina (con el fin de disminuir la densidad de la corriente en las superficies de contacto con el colector), si una escobilla hiciese mal contacto, la máquina sigue funcionando normalmente, excepto que ahora las otras escobillas trabajarán a una densidad de corriente algo superior.

PRACTICA DEL BOBINAJE

211. Caso general

En realidad, las máquinas eléctricas utilizadas en los automóviles sólo se rebobinan, es decir que hay que volver a hacer un bobinaje igual al existente, que se ha quemado por un cruce (cortocircuito), por haberse roto el conductor de una bobina, etcétera. Por consiguiente, el bobinado ya está determinado y lo que se debe hacer, cuando se presenta una máquina eléctrica defectuosa (dínamo o motor), es observar si las bobinas de campo o del

inducido ofrecen el aspecto de haberse quemado, lo cual es fácil de comprobar por el olor que desprenden las sustancias aislantes del alambrado. Si no es así, entonces debe procederse a localizar la causa de la ruptura del circuito.

212. Datos necesarios

Lo primera que debe hacerse es anotar los siguientes datos en forma tabulada:

a) Número de ranuras del inducido;

b) Número de delgas que tiene el colector;

c) Paso de bobina (ranuras entre los lados de una bobina);

d) Paso de colector (número de delgas entre los terminales de una misma bobina);

e) Número de bobinas alojadas en cada ranura;

f) Número de espiras que contiene cada bobina;

g) Calibre de alambre empleado;

h) Clase de aislamiento de los alambres.

Para saber, prácticamente, cómo se procede, consideremos que nos traen para rebobinar el inducido de una dínamo marca Auto-Lite, tipo VR4. Lo colocamos en un caballete de prueba, que consiste en dos trozos de madera (ver la fig. 251), para que en ellos descanse el eje, y tomemos los datos en el mismo orden que le hemos dado anteriormente; tendremos:

- Número de ranuras del inducido: 12.
- Número de delgas del colector: 24.
- Paso de bobina: ranuras 1 y 7.
- Paso de colector: 1 delga.
- Número de bobinas alojadas en cada ranura: 2.
- Número de espiras que contiene cada bobina: 11.
- Calibre del alambre empleado: B & S, nº 16.
- Clase de aislamiento de los alambres: 2 c. a. (2 capas de algodón).
- Comienzo y fin de la primera bobina: delgas 3 y 2.
- Comienzo y fin de la segunda bobina: delgas 4 y 3.
- Número de polos: 2.
- Tensión generada: 6 V.

La figura 247 es la traducción gráfica de los datos anteriores en vista panorámica; se trata de un devanado en paralelo, retrógrado. La figura 248 representa la vista frontal.

Para acabar de tener una idea bien completa de la manera de tomar los datos para rebobinar un inducido, consideremos otro ejemplo, sacado de la práctica de taller; esta vez se trata de

Fig. 247. Forma de representar los bobinajes en los dibujos de taller.

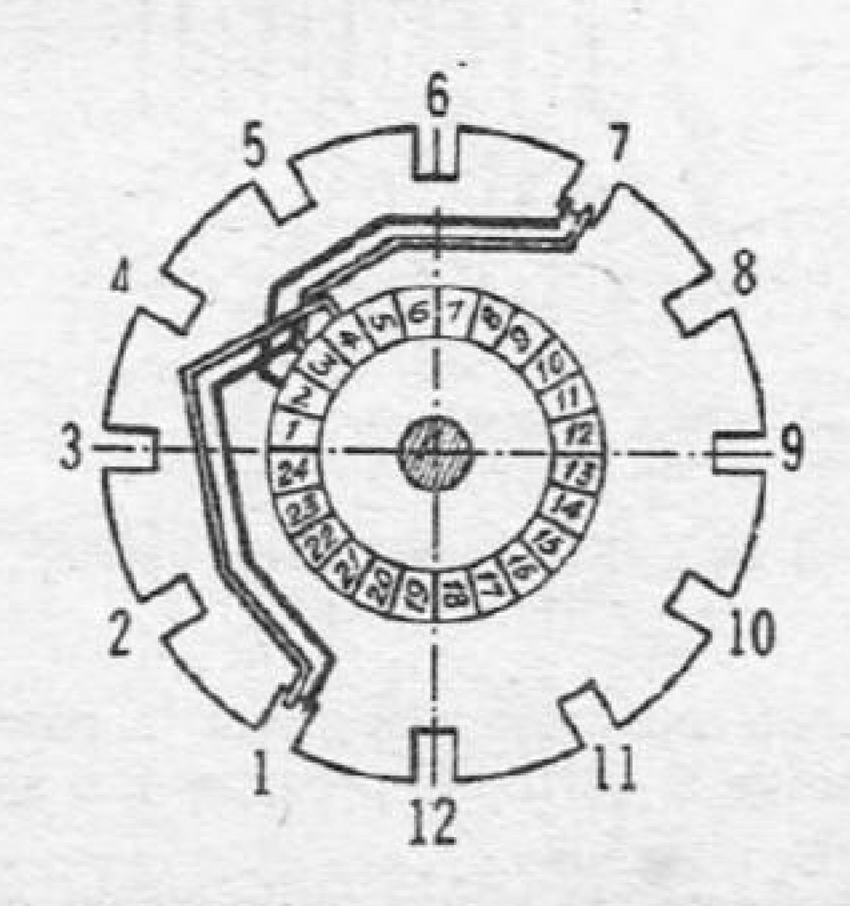


Fig. 248. Vista frontal de este mismo bobinaje, trazado de taller.

una dinamo marca Delco, tipo 1203 ó 32 G.

- Número de ranuras del inducido: 14.
- Número de delgas del colector: 29.
- Paso de bobina: ranuras: 1 y 4.
- Paso del colector: 1 y 15.
- Número de bobinas alojadas en cada ranura: 2.
- Número de espiras que contiene cada bobina: 6.
- Calibre del alambre empleado: B & S, nº 16.
- Clase de aislamiento: 2 c. a. (2 capas de algodón).
- Comienzo y fin de la primera bobina: delgas 28 y 13.
- Comienzo y fin de la segunda bobina: delgas 27 y 12.
- Números de polos: 4.
- Tensión: 6 V.
- Bobinas inactivas (muertas): 1.

La figura 249 representa gráficamente estos datos numéricos en forma panorámica, y la figura 250, en vista frontal. Observamos que se trata de un devanado en serie.

Si en vez del inducido son las bobinas de campo lo que se ha estropeado, entonces debe procederse a tomar los datos correspondientes, que, desde luego, son más sencillos que para el inducido. Basta con medir el calibre del alambre, clase de aislamiento, número de espiras y la forma en que están dispuestas. Muchas veces es una sola bobina la que debe rebobinarse, por rotura del circuito o por haberse quemado. En este último caso, generalmente todas las bobinas han sufrido avería, por haberse estropeado el aislamiento debido al exceso de temperatura que, aunque sólo sea por poco tiempo, han sufrido todos los conductores. En caso de notarse que el aislamiento se ha deteriorado algo, conviene hacer todas las bobinas.

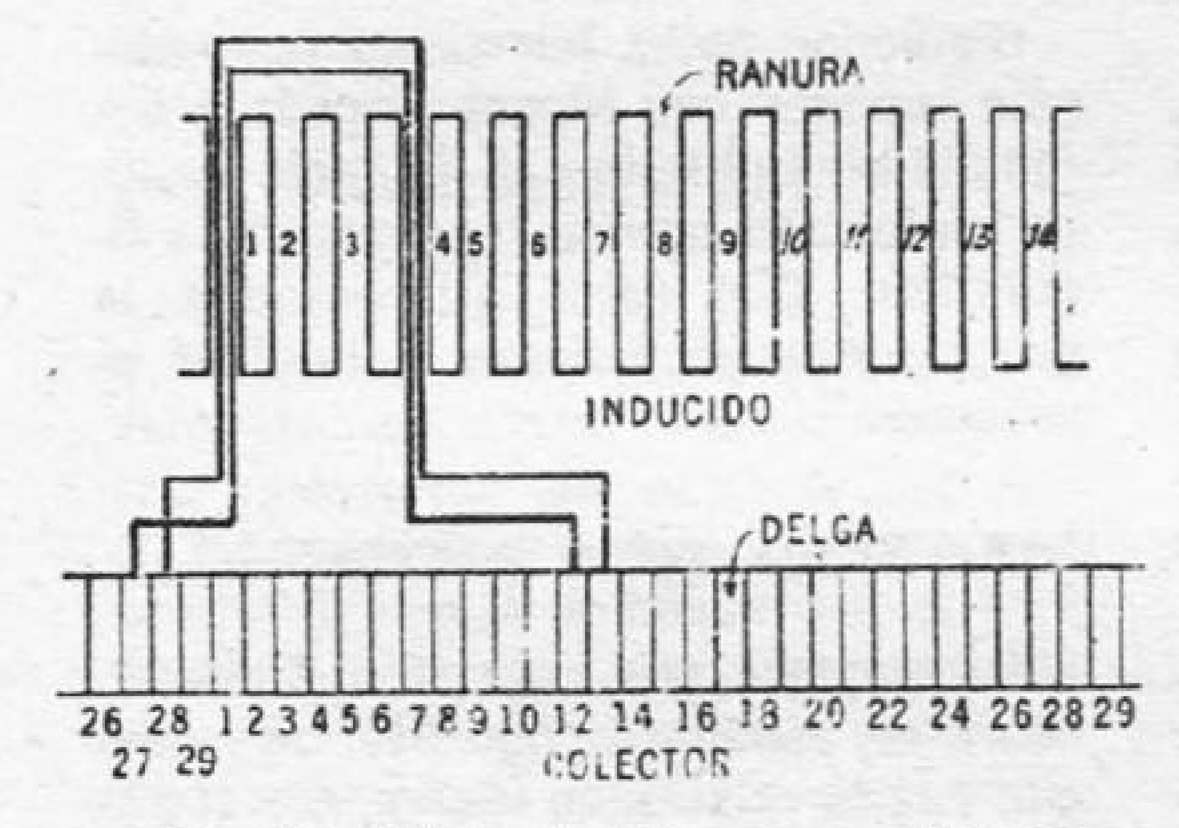


Fig. 249. Dibujo de taller para realizar un bobinaje en serie: vista panorámica.

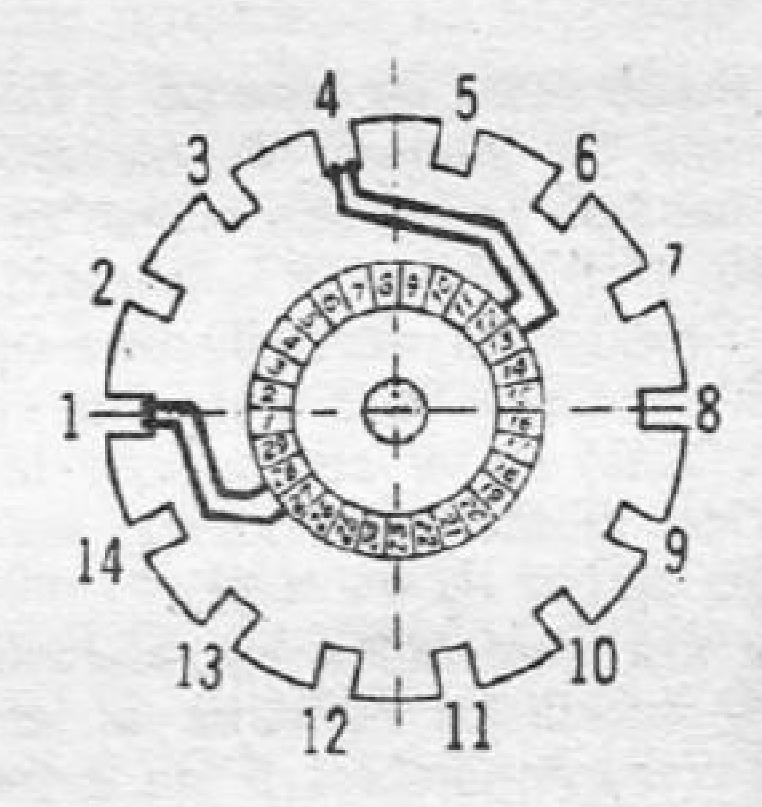


Fig. 250. Vista frontal del mismo devanado, forma práctica.

213. Clases de conductores empleados

En el bobinado de las máquinas eléctricas se emplean conductores distintos a los que se utilizan para hacer el cableado del automóvil. Ahora el aislamiento no es de goma, sino de una o dos capas de algodón o, a veces, de seda, para obtener un diámetro exterior (aislante comprendido) lo más reducido posible. En ciertos casos, el aislante es una capa de esmalte; entonces el espesor del conductor es casi el mismo que si no tuviese aislamiento.

Los tipos de alambre más utilizados en la construcción de los bobinajes, de los inducidos y de las bobinas de campo, de las dínamos empleadas en los automóviles, los indicamos en la tabla 7.

Tabla 7

ALAMBRES UTILIZADOS EN LOS BOBINAJES

B & S calibre nº	Diám. en mm neto	Resist. ohmios 100 m	Esmaltado		Dos capas seda		Una capa algodón		Dos capas algodón	
			Diám. exterior	Gramos 100 m	Diám. exterior	Gramos 100 m	Diám. exterior	Gramos 100 m	Diám. exterior	Gramos 100 m
17	1,30	1,3	1,34	1 200	1,39	1 190	1,42	1 205	1,52	1 230
16	1,15	1,65	1,20	950	1,25	950	1,28	957	1,37	980
18	1,00	2,2	1,08	750	1,12	750	1,15	760	1,23	785
19	0,90	2,7	0,96	590	1,00	600	1,03	609	1,13	630
20	0,80	3,4	0,86	470	0,91	475	0,94	483	1,04	505

214. Ejemplo de bobinaje

Vamos a suponer que se nos presenta un inducido para rebobinar. Lo colocamos sobre el caballete y procedemos luego de la siguiente forma:

a) Numerar las ranuras y las delgas correspondientes;

b) Tomar los datos numéricos, tal como ya indicamos;

c) Traducir los datos anteriores en una tabla;

d) Trazar el esquema panorámico del devanado.

a) **Numeración de ranuras y delgas.** La forma de empezar la numeración debe hacerse según sea el tipo de devanado. Deben coincidir la primera delga y la ranura correspondiente a donde va el conductor que por ella entra. Hecho esto, se va continuando la numeración, siguiendo el mismo sentido que las agujas de un reloj.

Una vez numerados los elementos, se van viendo los números de las ranuras correspondientes a las entradas y salidas de cada bobina, y al número de delgas a donde van conectadas.

b) **Tomar los datos numéricos.** Una vez averiguado el número de elementos, interconexiones, etcétera, se reúnen los datos numéricos en la forma indicada.

c) **Traducir los datos anteriores en una tabla.** Para ello, debemos ayudarnos con la inspección del inducido. Se trata de hacer una tabla de valores semejante a la indicada, gracias a la cual se puede hacer el bobinaje.

d) **Trazar el esquema panorámico.** Los datos de la tabla se traducen fácilmente en el esquema desarrollado en una forma similar a la demostrada en la figura 239. Con la tabla y el esquema no debe haber ninguna dificultad para hacer el devanado. Una vez en posesión de estos dos elementos, conviene confrontarlos con el inducido para ver si coinciden todos los valores determinados.

Siguiendo estas instrucciones, podemos suponer que hemos llegado a los resultados indicados en la tabla 6, cuya traducción gráfica tenemos en la figura 239. Con estos elementos a la vista puede procederse a realizar el bobinado.

215. Preparación previa

Se empieza por colocar el inducido sobre un caballete (fig. 251), de forma que pueda orientarse fácilmente según las ranuras que interesan, de momento, para el comienzo del bobinaje. En cada ranura se coloca una tira de cartón delgado, de gran poder aislante de la electricidad, como indicamos en el detalle (b); vemos la sección de una ranura con el cartón, cuya finalidad es doble: aislar la bobina de la masa de hierro laminado y, además, proteger los conductores, pues en los ángulos de las ranuras se destruiría el aislante al

estirar el conductor para que quede tenso. Esto obliga a que la tira de cartón, en forma de U, sea algo más larga que la longitud de la ranura.

Admitamos que tanto las delgas como las ranuras están numeradas. Esta ranura última se va a la delga correspondiente para su conexión; hemos terminado la primera bobina.

Ahora debe procederse en forma similar con las otras bobinas siguientes, cuidando en forma especialísima de

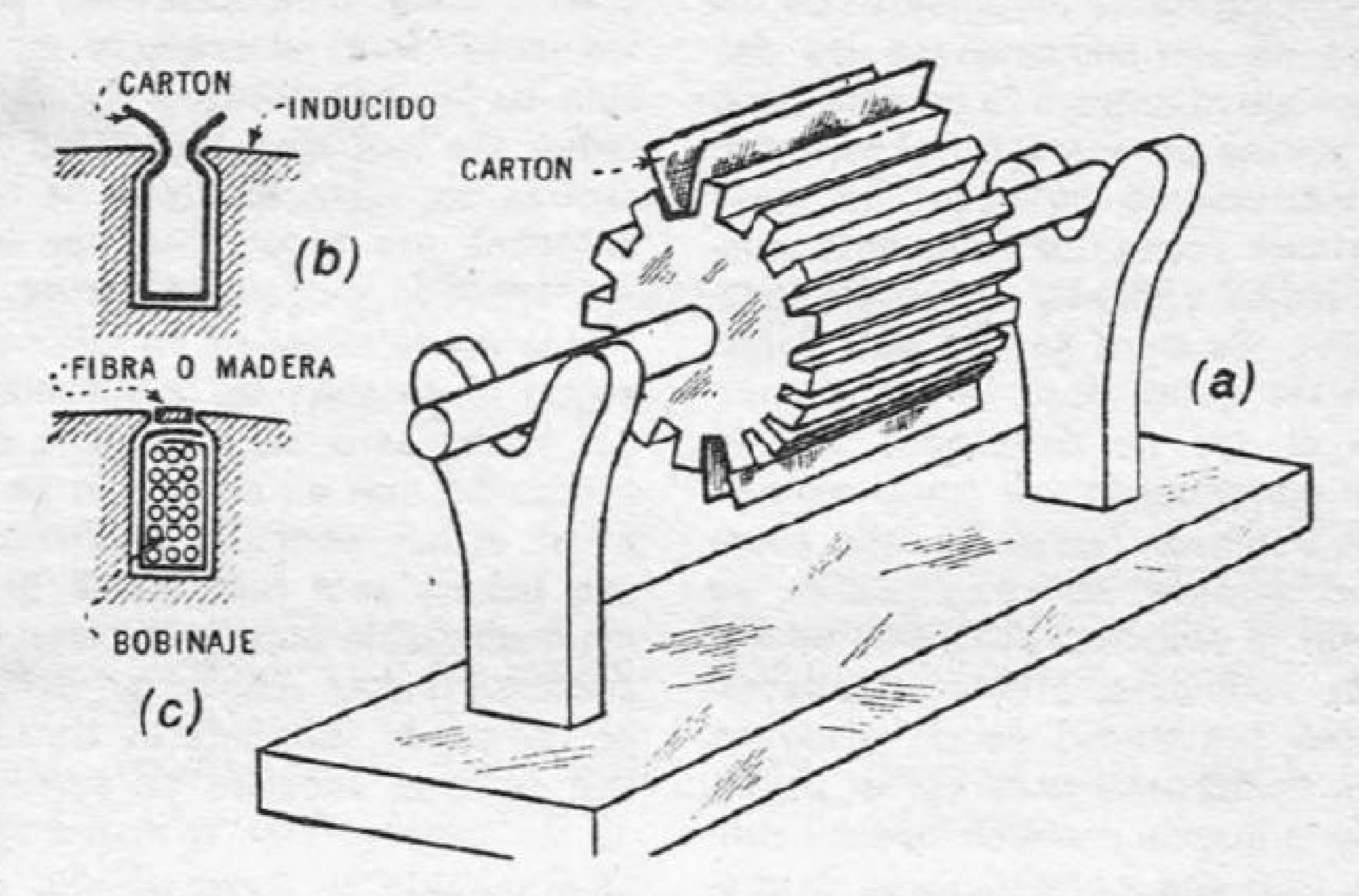


Fig. 251. Aspecto del caballete que se emplea para hacer el devanado de los bobinajes.

operación se considera hecha desde el momento en que se tomaron los datos numéricos del bobinado antes de deshacer el inutilizado.

216. Construcción del bobinaje

Se coloca, sostenido en forma conveniente, un carrete con la clase de hilo necesaria. Se empieza por fijar su extremo en la delga nº 1 y luego se pasa a la ranura señalada con el nº 1, pasando después, por la parte posterior del inducido, a la ranura que corresponda según los datos de la tabla, confrontados por el esquema panorámico (todas las ranuras deben estar provistas de la tira de cartón aislante). Saliendo de esta última ranura, se pasa el hilo por la parte delantera y se vuelve a entrar en la primera ranura, con lo cual habremos completado la primera espira de la primera bobina; esta operación debe repetirse tantas veces como número de espiras tenga. Una vez hechas, desde la salida de la hacer las soldaduras lo más perfectas posible, tratando de restablecer la misma calidad de trabajo que tenía el inducido procedente de la fábrica.

Tiene gran importancia, una vez terminado el bobinaje y soldadas las interconexiones en el colector, cerrar las ranuras, tal como indica la figura 251 (c). Para ello, se recorta algo, si es necesario, el sobrante de las tiras de cartón para que queden superpuestas, cerrando así totalmente la apertura; luego se coloca una tira de madera o fibra, bien apretada, en toda la longitud de la ranura, con lo cual ésta queda cerrada. Gracias a esta disposición se evita que los conductores que hay en la parte alta de cada ranura rocen con la superficie interna de las masas polares, debido a que la fuerza centrífuga tiende a alejarlos.

217. Prueba de la bobina

Debe comprobarse ahora si los diversos circuitos señalados en la tabla y en el esquema panorámico existen

realmente en el bobinaje que se ha hecho. Asimismo, es necesario comprobar que no haya ningún contacto con la masa metálica del inducido ni ningún cruce (cortocircuito) entre bobinas.

Para comprobar la continuidad de los circuitos se van apoyando en las delgas correspondientes a la primera bobina las puntas de contacto, observando si el instrumento indicador del paso de corriente acusa que realmente existe el circuito a través de la mencionada bobina. Se mira en qué otra delga, además de estas dos, forma circuito (según el tipo de devanado), con lo cual se comprueban las conexiones.

En un bobinado nuevo no cabe esperar que durante su construcción se haya roto el alambre, pero, por un defecto de soldadura, o bien admitiendo la remota posibilidad de un alambre roto, se comprueba para ver si el circuito de la bobina correspondiente está abierto. Ciertos constructores prefieren ir soldando cada bobina en las dos delgas correspondientes del colector a medida que queda lista; así tienen una inmediata comprobación del trabajo que van efectuando, sin esperar al final.

Un bobinaje, cuando se ejecuta pulcramente, tiene un aspecto atractivo, incluso elegante, a cuyo resultado debe tratar de llegarse por la satisfacción que proporciona el ver una cosa bien hecha.

218. Bobinas de campo

Su construcción queda reducida a reconstruirlas con la misma clase de hilo que tenían previamente (probablemente quemado), cuidando de adoptar las mismas disposiciones de colocación. Como las bobinas se pueden hacer de una a una, las restantes sirven de modelo, para que el trabajo sea lo más exacto posible con el original

La mejor manera de proceder es hacer un esquema de la forma en que las bobinas están interconectadas con las escobillas, o sea, el sistema de excitación. En las máquinas eléctricas empleadas en los automóviles acostumbran a estar conectadas en serie en los motores de arranque y en derivación en las generatrices. Una vez anotadas las entradas y salidas de las espiras por capa, etcétera, se empieza entonces por reconstruir una bobina, sirviendo de modelo las otras.

Una vez terminadas, se interconectan según lo estaban las inutilizadas; una vez hecho esto, se procede a su comprobación, que en este caso se reduce a ver si hay contacto a la masa o si una bobina está rota, punto este último inadmisible porque la clase de conductores que se emplea en las bobinas de campo de los motores de arranque son de gran sección; en cuanto a los de las generatrices, tampoco se estropean durante su construcción. La comprobación de una probable derivación a la masa metálica se efectúa apoyando una punta del comprobador en un extremo de cada bobina y con la otra punta se hace contacto a la masa; si hubiese circuito, el indicador del paso de corriente lo señalará debiéndose entonces proceder a localizarlo.

219. Moldes de las bobinas

Si se rebobinan con frecuencia, es conveniente tener unos moldes de madera para hacer las bobinas de campo. Lo mismo sucede con ciertos tipos de bobinas de inducido.

Cuando se trata de hacer solamente algún devanado, entonces se pueden arreglar las cosas de manera que los núcleos de hierro sirvan de molde, colocándoles previamente las láminas de cartón, fibra, etcétera, para proteger los devanados del contacto con el núcleo metálico.

SEPTIMA PARTE

ACCESORIOS, RADIO Y ALUMBRADO

Capítulo XXVI

APARATOS DE AVISO, INDICADORES Y DE CONFORT

220. Consideraciones generales

Verdadero complemento del sistema eléctrico del automóvil lo constituyen los varios accesorios que tiene equipados. Evidentemente, sólo vamos a ocuparnos de los que funcionan con electricidad.

Su finalidad es satisfacer necesidades secundarias, que no afectan directamente al funcionamiento del automóvil. Estos aparatos sirven para: a) avisar el paso del vehículo, mediante bocinas y klaxons; b) indicar a cada instante al conductor la velocidad del automóvil; c) mantener limpio el cristal delantero o parabrisas en tiempo de lluvia y nieve; d) señalar el nivel de los líquidos que intervienen en el funcionamiento del coche: combustible, aceite, etcétera. En fin, hay autos con radio, reloj eléctrico, encendedor de cigarros y otras comodidades que los constructores van añadiendo a sus coches para ofrecer a sus poseedores el máximo de confort y satisfacción.

APARATOS DE AVISO

221. Bocinas y klaxons

El sistema de señales acústicas de los autos se divide en tres clases fundamentales:

a) Tipo que funciona mediante un motor eléctrico;

b) Sistema vibratorio, a martilleo;

c) Tipo de lámina vibratoria: klaxon.

Como todos estos tipos se encuentran actualmente en uso, vamos a describirlos con cierto detalle.

222. Bocina con motor eléctrico

Se compone de un diminuto motorcito eléctrico que funciona con la batería del coche; tiene en un extremo de su eje un pequeño disco con resaltes, sobre los cuales se apoya un pivote que está sujeto a la membrana vibratoria (fig. 252). Tan pronto se aprieta el botón, la corriente pasa por el devanado del motor, el inducido gira y el disco con resaltes hace desplazar el diafragma por intermedio del pivote. El número de vibraciones que produce esta bocina depende de las revoluciones del motor eléctrico y del número de resaltes que tiene el disco. Si el motorcito da 50 revoluciones por segundo y el disco tiene 15 resaltes, la membrana producirá $50 \times 15 =$ $= 750$ vibraciones por segundo, nota baja, grave, que es la característica de este tipo de bocinas.

El motor tiene el devanado en serie, con una sola bobina [figura (b)], formándose el polo inferior por las líneas de inducción que pasan a través de la armadura; hay motorcitos de bocina con dos bobinas de campo, tal como representamos en (a).

El extremo izquierdo del eje tiene un soporte que sirve para dos finali-

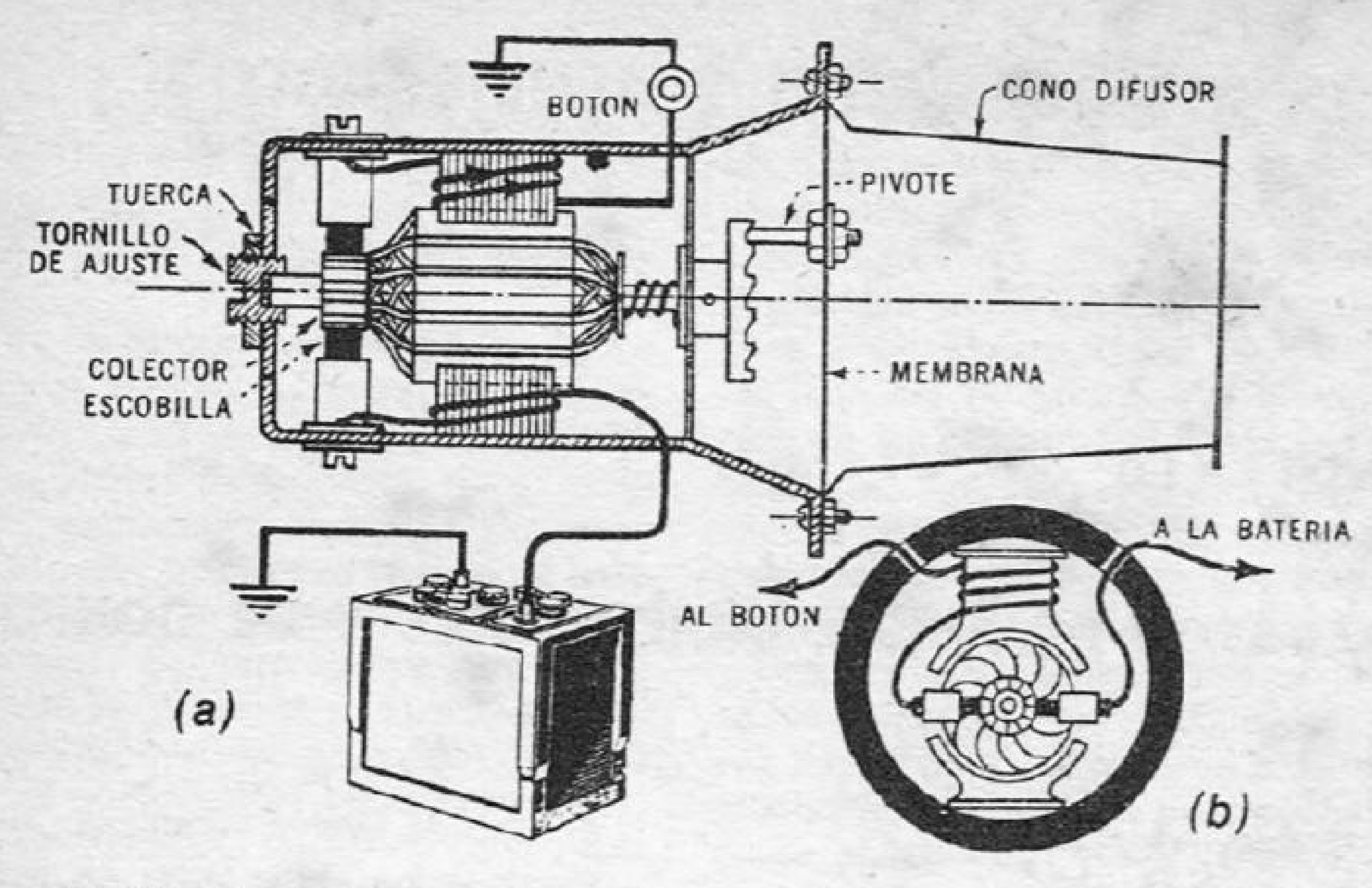


Fig. 252. Tipo de bocina a motor. El inducido produce el desplazamiento de una membrana debido a los resaltes hechos en un disco que gira con el motor.

dades: de cojinete y para graduar el desplazamiento longitudinal del eje. Así se puede ajustar la presión del resorte, que repercute en que el sonido producido por la membrana varíe de intensidad.

223. Bocina con vibrador (martillo)

Este tipo está muy difundido en los coches construidos desde 1923. El principio de su funcionamiento es el del vibrador magnetoeléctrico: el movimiento vibratorio se utiliza para golpear o martillar la membrana de la bocina (fig. 253), cuyo funcionamiento es el siguiente; tan pronto se aprieta el botón, queda cerrado el circuito de la batería a través de los devanados del electroimán; esto produce dos efectos simultáneos: atraer la masa metálica que tiene ante los polos y a la vez, interrumpir el circuito. Al ser atraída la masa de hierro dulce, su eje va a golpear contra la membrana;

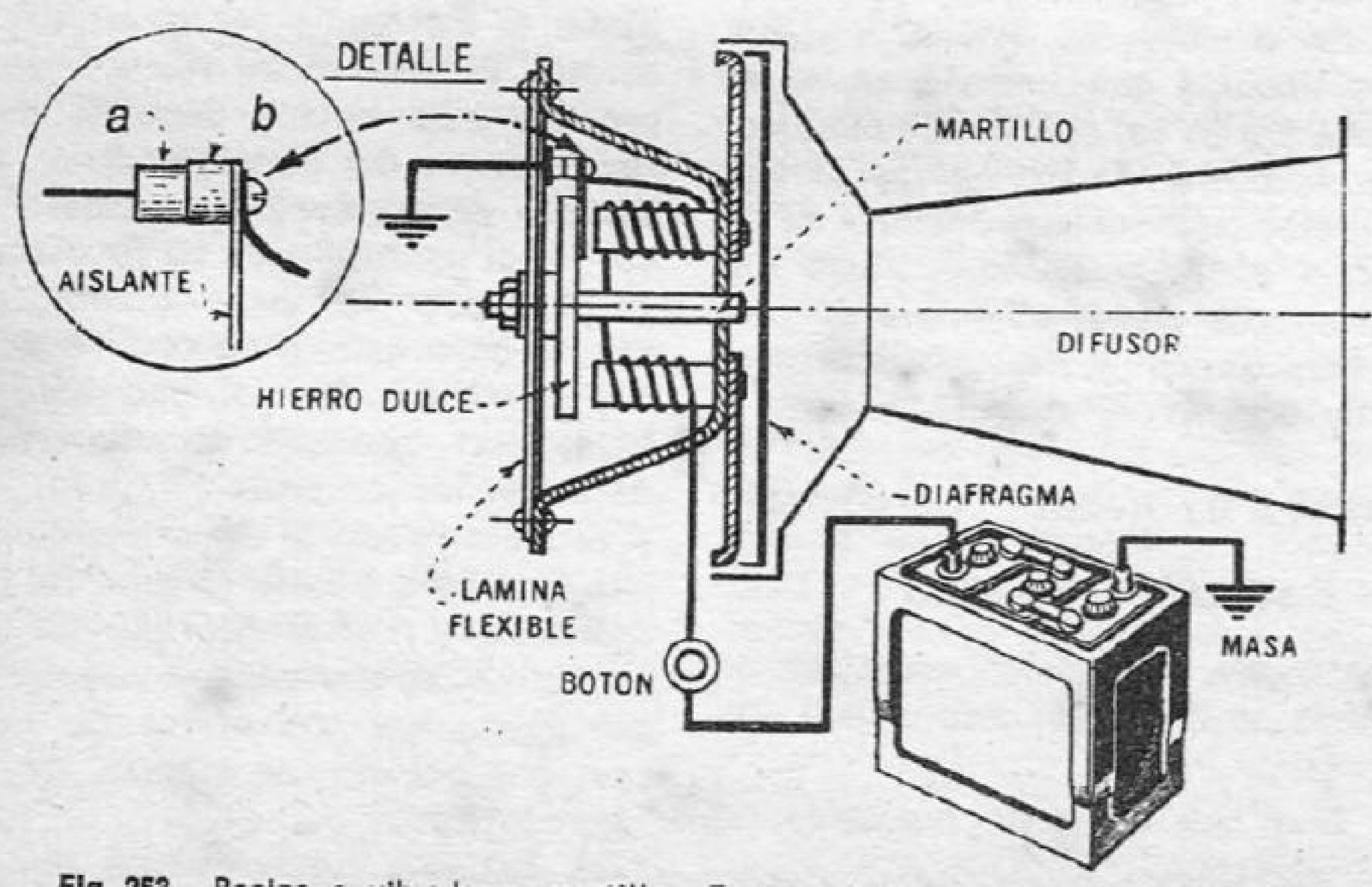


Fig. 253. Bocina a vibrador y martillo. Es un vibrador magnetoeléctrico que golpea contra una membrana.

el choque brusco desplaza la columna de aire que hay en el interior del proyector acústico (o cuerpo de la bocina), enviando estas vibraciones a distancia.

Cuando el circuito es interrumpido por la separación de los dos contactos, a y b, la masa de hierro y su eje o martillo vuelven hacia atrás por la acción de la lámina flexible que sirve de soporte al conjunto. Este retroceso produce un nuevo cierre de los contactos a y b; del establecimiento del circuito surge una nueva formación del campo magnético, con su correspondiente atracción de la masa metálica, produciéndose otro golpe de martillo contra la membrana acústica. Esto dura mientras se tiene apretado el botón de la bocina.

El inconveniente de este tipo de bocina está en la producción de chispas en los contactos a y b en los momentos de ruptura. Mediante un condensador puede absorberse esta energía; también se puede emplear una resistencia muy elevada entre los dos contactos para que, ofreciendo un paso a la corriente de ruptura, la limite a valores que no representan ninguna alteración en el funcionamiento.

224. Bocina con vibrador: klaxon

Está fundado en el vibrador magneto-eléctrico. Un electroimán (cuyo devanado forma parte del circuito del interruptor) tiene una membrana que recibe los efectos variables del campo magnético, vibrando sincrónicamente con sus fluctuaciones.

Un tipo de klaxon muy difundido lo representa la figura 254, cuya novedad consiste en el proyector acústico, que forma caja de resonancia con la nota musical que produce las vibraciones de la membrana. Esta disposición permite ajustar notas bien definidas que se oyen a grandes distancias; reuniendo unidades compuestas de varios klaxons (cada uno con una nota), se producen armoniosas combinaciones de sonidos.

225. Combinación de dos bocinas

Los coches que deben ir por la ciudad y el campo convienen que estén con dos bocinas, tal como representa la figura 255. Una de ellas está destinada a avisar el paso del vehículo por las calles y su sonido es suave y relativamente débil, para no molestar a los transeúntes y vecinos; la otra bocina es potente y hasta estridente, para ser oída desde largas distancias; sirve para el campo, donde es necesario avisar la presencia del coche desde muy lejos para que se aparten con tiempo los transeúntes, carros u otros vehículos, debido a las velocidades que tiene el coche.

Estas dos bocinas no sólo funcionan independientemente, sino que actúa una de ellas a la vez, quedando la otra inactiva. Por eso, son mandadas por

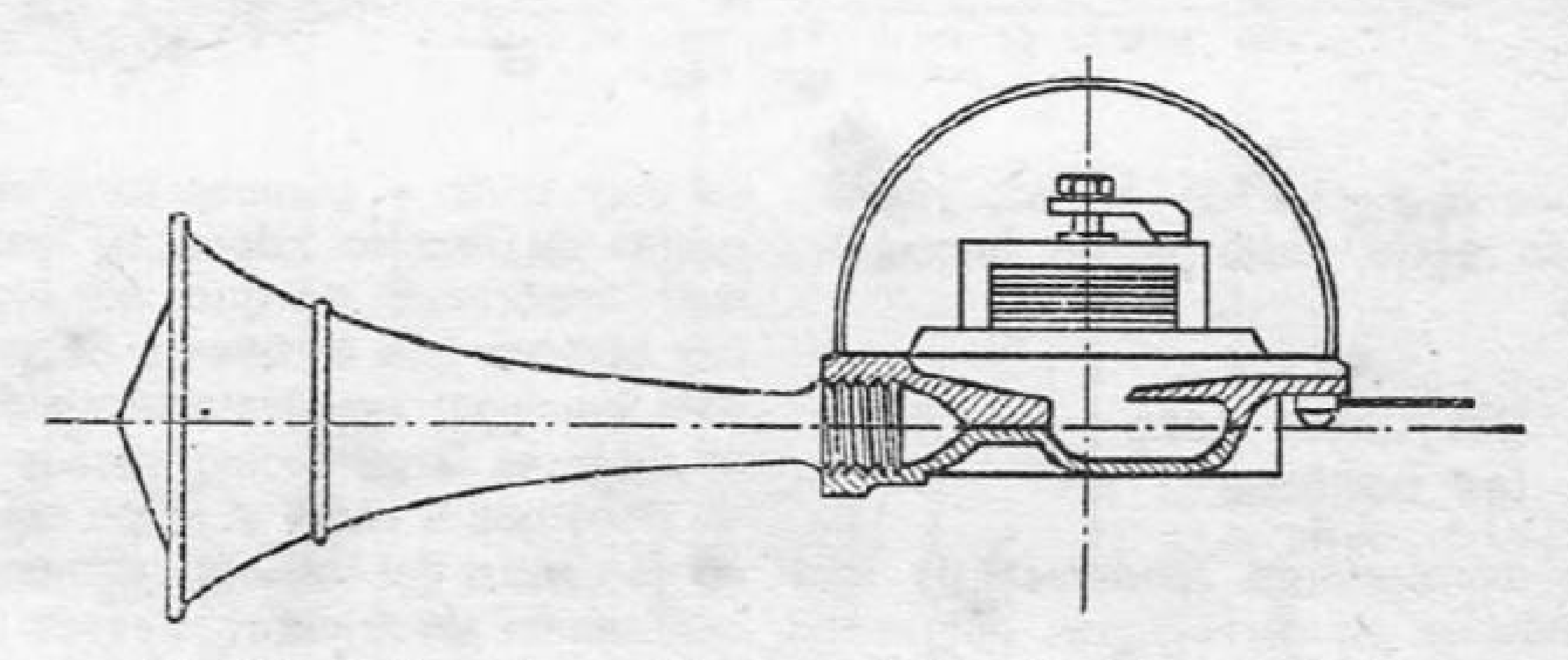


Fig. 254. El klaxon lo constituye una lámina vibratoria que produce una nota musical.

medio de una palanquita colocada debajo mismo del volante, de forma que con un dedo puede presionarse hacia arriba o hacia abajo: en el primer caso

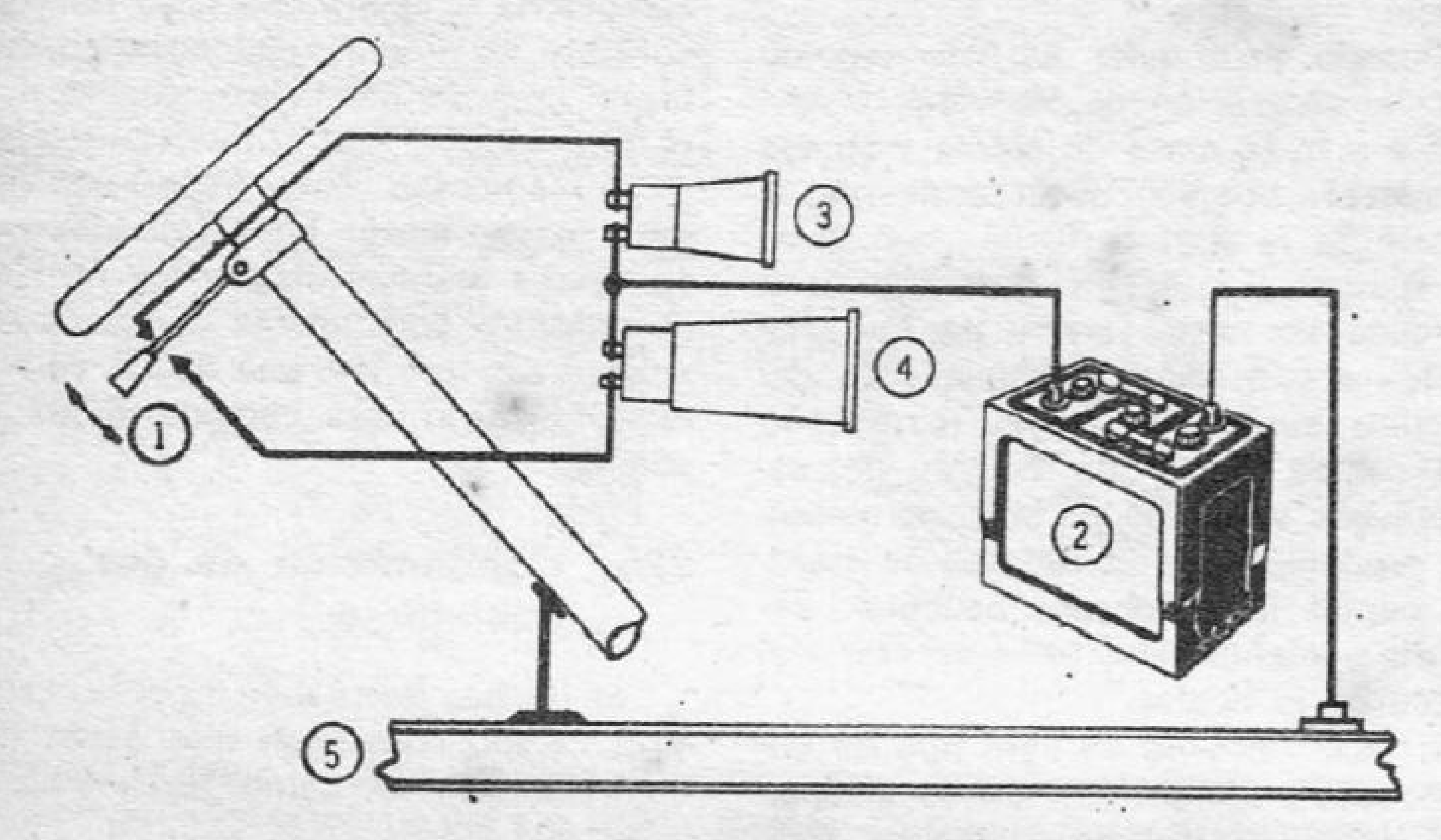


Fig. 255. Sistema de dos bocinas, para la ciudad y el campo, con un solo mando.

funciona la bocina de ciudad, y empujando hacia abajo la de largo alcance.

226. Disyuntor para las bocinas

Las instalaciones modernas de los automóviles se caracterizan por independizar los circuitos, haciendo actuar los mecanismos por medio de disyuntores. Es así que muchos coches ya vienen equipados con disyuntores especiales (fig. 256) que tienen la gran ventaja que el circuito batería-bocinas es muy corto y permite hacerse con cables de sección adecuada; esto es muy importante porque actualmente hay bocinas que consumen hasta 15 A para funcionar satisfactoriamente, y si el cable es largo (como sucede cuando tiene que ir hasta el botón colocado en el centro del volante) entonces su resistencia eléctrica es elevada y ocasionan una caída de tensión considerable. Con el disyuntor, en cambio,

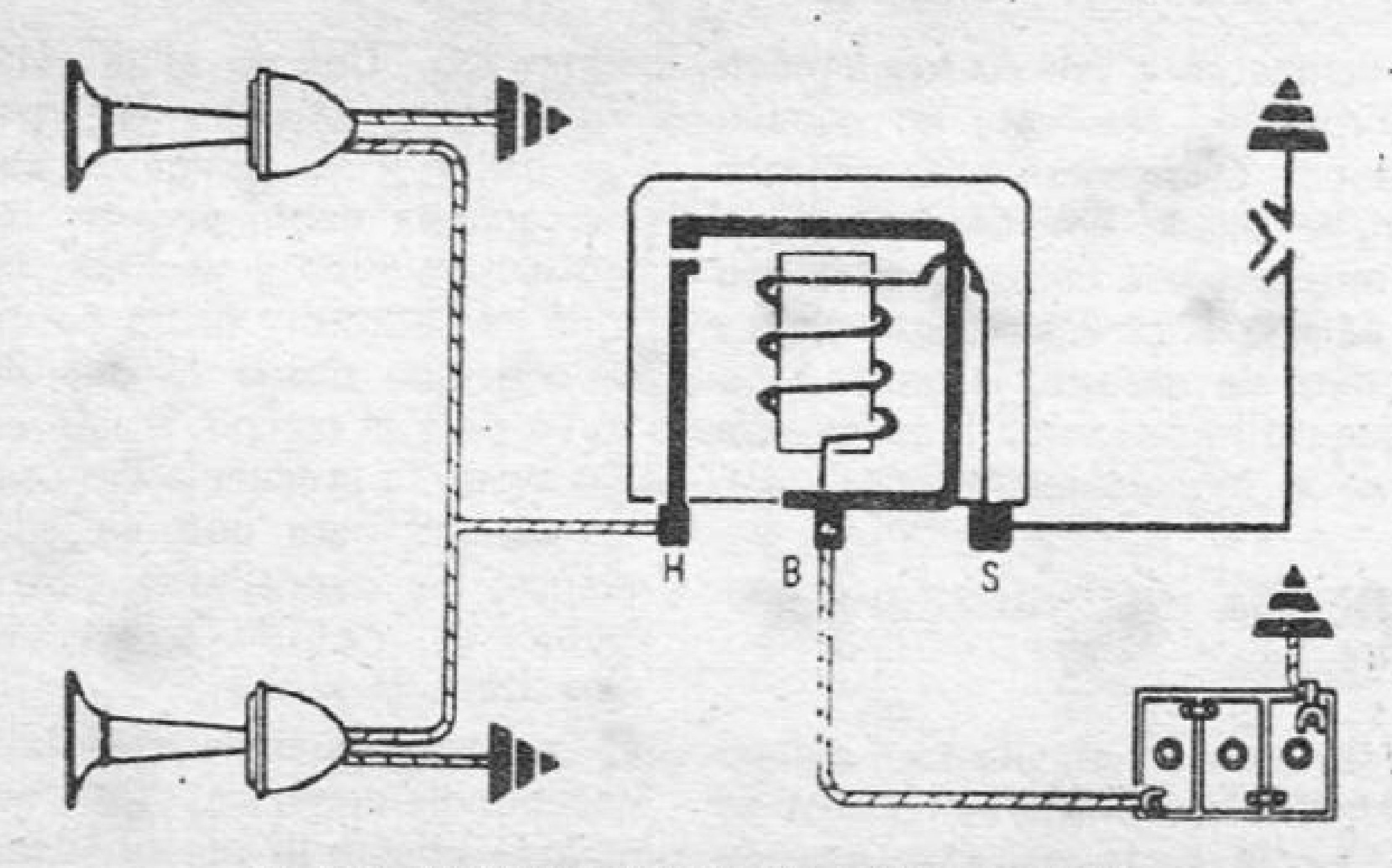


Fig. 256. Disyuntor especial para cerrar el circuito de las bocinas (cortesía DELCO-REMY).

desde el botón se establece el circuito de mando hasta el electroimán, situándose el relay cerca de las bocinas para acortar el cable. Al apretar el botón, se cierra el circuito del electroimán. la armadura atrae la palanca y, al cerrarse los contactos, queda establecido el circuito de alimentación de las bocinas directamente desde la batería.

APARATOS INDICADORES

227. Indicador de dirección lateral

Muchos coches tienen un sistema óptico de avisar la intención del conductor de virar hacia la derecha o hacia la izquierda. Consisten en dos flechas, en forma de pala, una en cada costado del vehículo, estando alojadas dentro de la carrocería, entre las dos puertas (fig. 257); pueden bascular por un extremo, levantándose el otro hasta quedar el indicador en posición horizontal. Sólo puede accionarse uno de los dispositivos, quedando así advertidos los conductores que vienen detrás de que el coche delantero va a doblar hacia derecha o la izquierda.

Estos avisadores luminosos tienen una lámpara interior, estando las paredes laterales recubiertas con un vidrio rojo; de esta manera se hacen visibles de noche y también de día. Su mecanismo es sumamente sencillo: consisten en una pala similar a las de las hélices, oscilante por un extremo alrededor de un pivote; un pequeño apéndice sirve para colocar un cablecito, cuyo otro extremo sostiene un núcleo de hierro que se introduce en el espacio anular de un electroimán, cuyo circuito es cerrado por el conmutador que gobierna el conductor del coche (fig. 257). El circuito a masa se cierra a través de una pequeña lamparita testigo que sirve para avisar al conductor, si por descuido no ha vuelto el conmutador de mando a la posición neutra, que el indicador está funcionando.

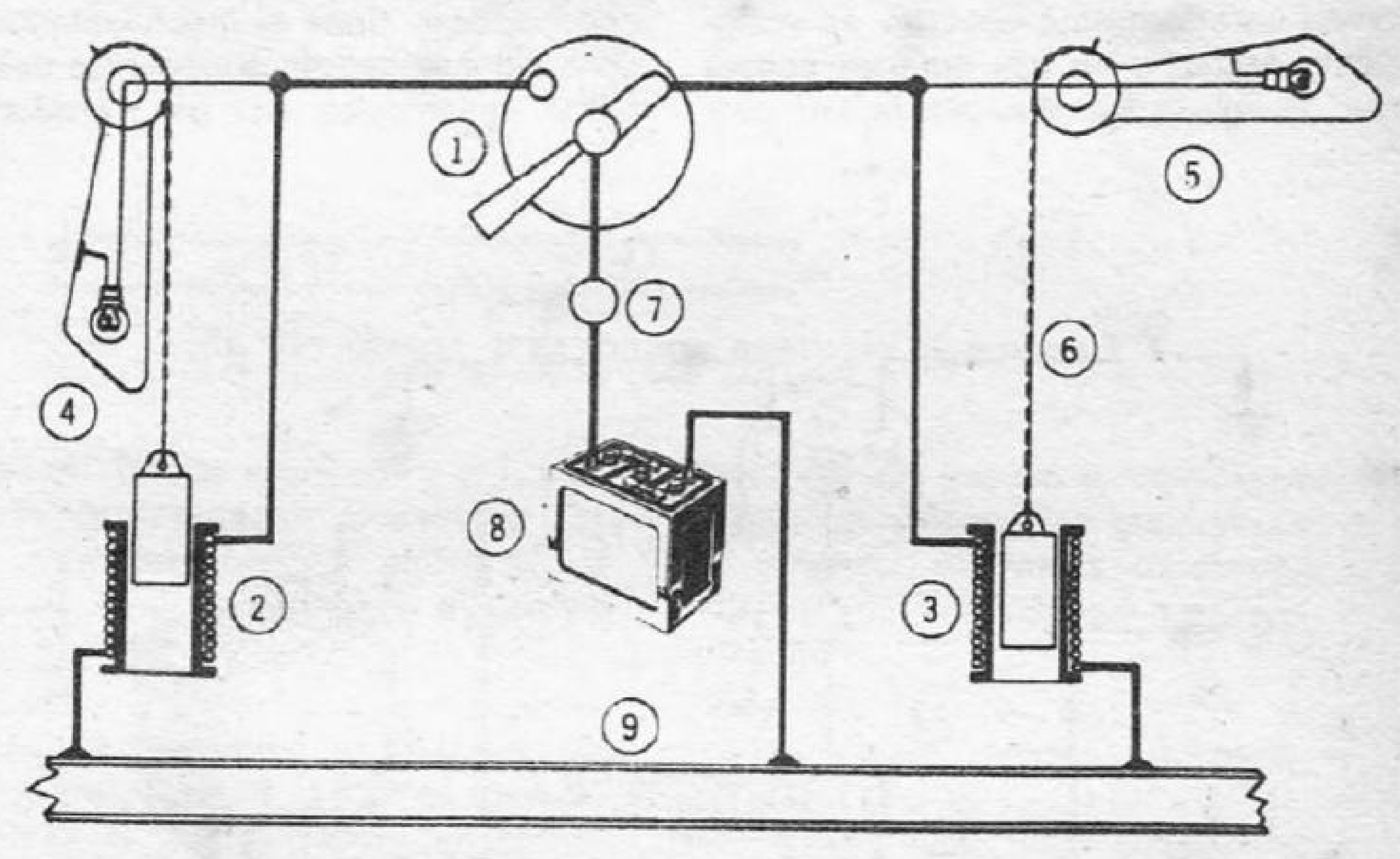


Fig. 257. (1) conmutador; (2) y (3), electroimanes; (4) y (5) flechas; (6) cables; (7) lamparita testigo; (8) batería; (9) chasis.

Para hacer funcionar este mecanismo basta con mover el conmutador hacia el lado que se piensa doblar con el coche; acto seguido, al pasar la corriente por el electroimán correspondiente, atrae el núcleo de hierro, introduciéndose en el espacio anular de la bobina, tirando el cablecito y, por consiguiente, haciendo bascular la flecha

indicadora. Todo está regulado de tal manera que el peso del núcleo y del cable casi equilibran el peso del equipo móvil del indicador, de manera que el electroimán tiene que hacer relativamente poca fuerza: basta con volver a la posición central la maneta del conmutador para que el circuito se interrumpa, lo cual se pone en evidencia al apagarse la lamparita testigo y al introducirse la flecha en la cavidad de la carrocería, quedando todo preparado para una nueva operación; basta con observar el esquema para convencerse que sólo puede accionarse una flecha a la vez.

228. Indicador de lámparas intermitentes

El mecanismo de las flechas basculantes anteriormente descrito es sumamente eficaz, pero hay quienes opinan que, al ser la luz fija, puede ser con-

Todo el mecanismo queda reducido a un par térmico bimetálico (vea la fig. 180) que abre y cierra el circuito de estas lámparas al pasar por la bobina térmica la corriente de alimentación. La figura 258 representa el esquema de esta instalación, que comprende un conmutador de dos direcciones, las dos lámparas rojas de atrás y la pequeña lámpara testigo colocada en el tablero de mando; el circuito está alimentado con una derivación tomada desde el sistema de ignición, porque, como siempre se interrumpe cuando se para el coche, así nunca quedarán prendidas estas lámparas si por descuido el conductor no ha vuelto el conmutador a la posición central.

Este sistema de señalar la dirección que piensa tomar el conductor del coche es muy eficiente, llamativo y económico, pero tiene el inconveniente de no funcionar satisfactoriamente debido a los desarreglos del par térmico, y

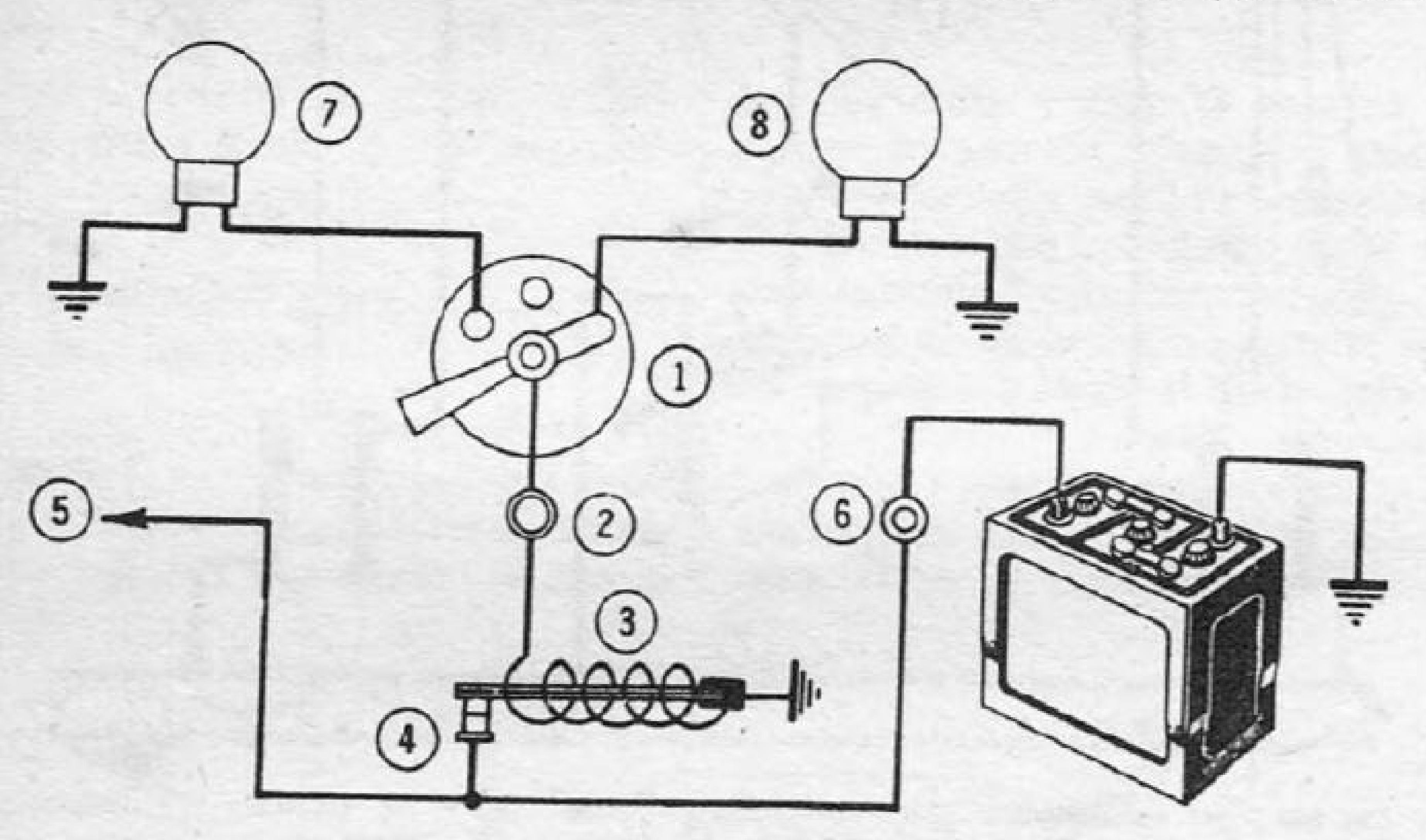


Fig. 258. Esquema de los circuitos de las lámparas intermitentes.

fundida con otra señal cualquiera y, en consecuencia, no advertir debidamente al conductor del coche que viene atrás. Por este motivo, y además buscando una solución más económica, se han ideado los intermitentes o parpadeantes de luz roja colocados detrás del coche, uno en cada lado, que se encienden y apagan a un determinado ritmo, llamando así la atención de los coches que siguen.

como de ello no se da cuenta el conductor del coche, puede ocurrir un accidente al pensar que el automóvil que viene detrás ya ha sido advertido de la maniobra que quiere realizarse.

229. Lámpara "stop", pare

Es accionada por el pedal del freno (fig. 259) mediante un mecanismo muy sencillo. Al apretar el pedal (1), tira

la varilla (4), que estira el resorte (2); así los dos contactos (5) vienen a hacer contacto con los apéndices (6), con lo cual se cierra el circuito de la batería (8) a través de la lámpara "pare" (7) y del armazón (chasis) (9). El resorte (3) es comprimido de suerte que, al dejar de apretar el pedal del fondo, todo el conjunto móvil vuelve hacia atrás, y de esta manera se interrumpe el circuito entre (5) y (6), apagándose la lámpara. El resorte (2) tiene por objeto permitir el frenado a fondo sin estar limitado por el contacto entre (5) y (6).

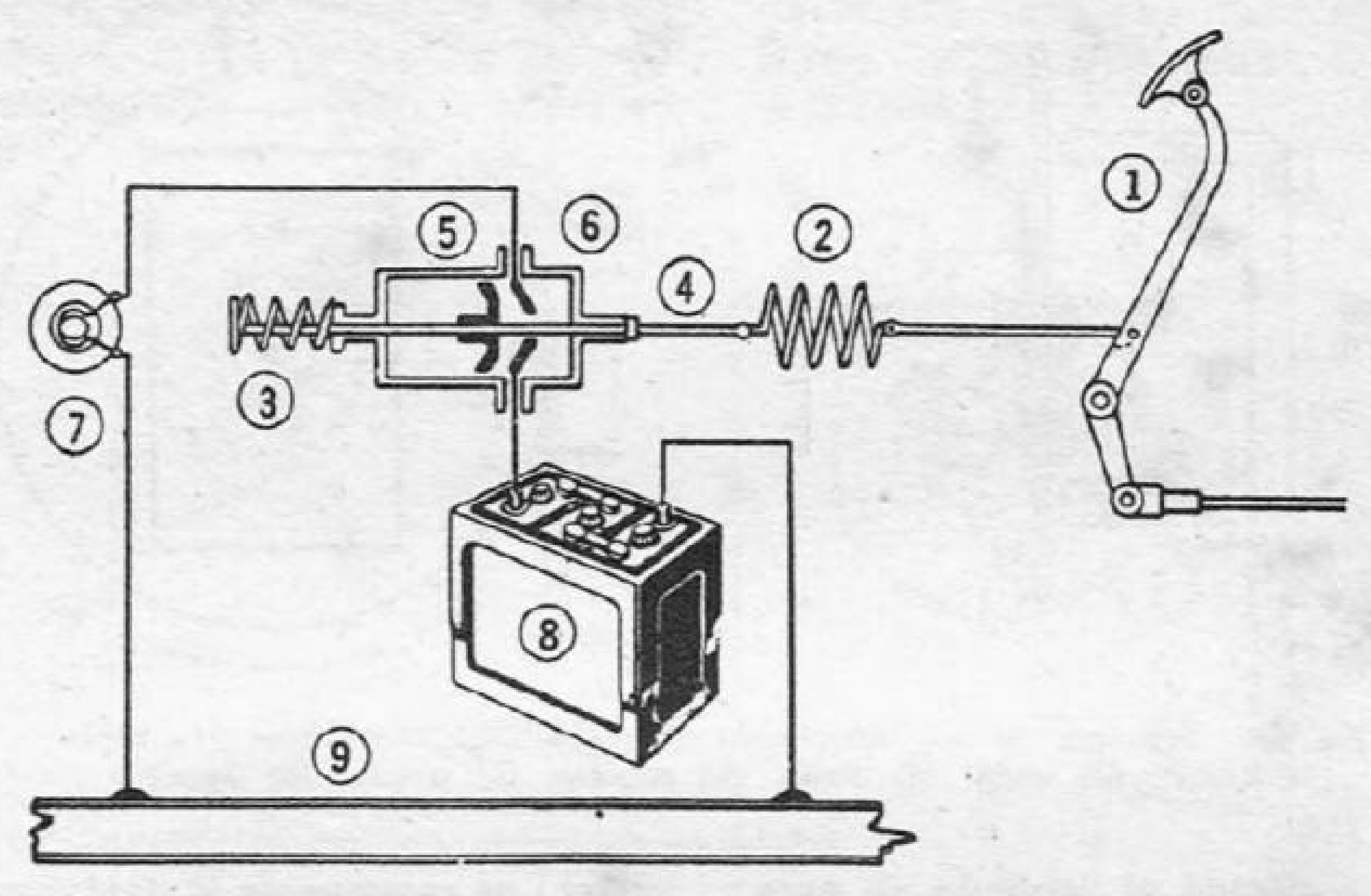


Fig. 259. Esquema de la lámpara "pare", que se enciende al apretar el pedal del freno.

La lámpara "pare" acostumbra a tener el vidrio de color rojo para distinguirla claramente de las otras señales luminosas colocadas detrás del coche. De esta manera, al accionar el freno del automóvil, los coches que vienen son advertidos que el vehículo va a disminuir su velocidad o detener su marcha.

230. Indicador de velocidad

La tensión que genera una dínamo depende de tres valores: a) número de revoluciones del inducido; b) cantidad de espiras del devanado; c) valor del campo magnético inductor. Por lo tanto, si tenemos una generatriz con las cantidades b) y c) constantes, el voltaje que produzca dependerá exclusivamente del número de revoluciones del inducido. De esto a producir un voltímetro graduado en kilómetros no hay más que un paso, fácil de realizar.

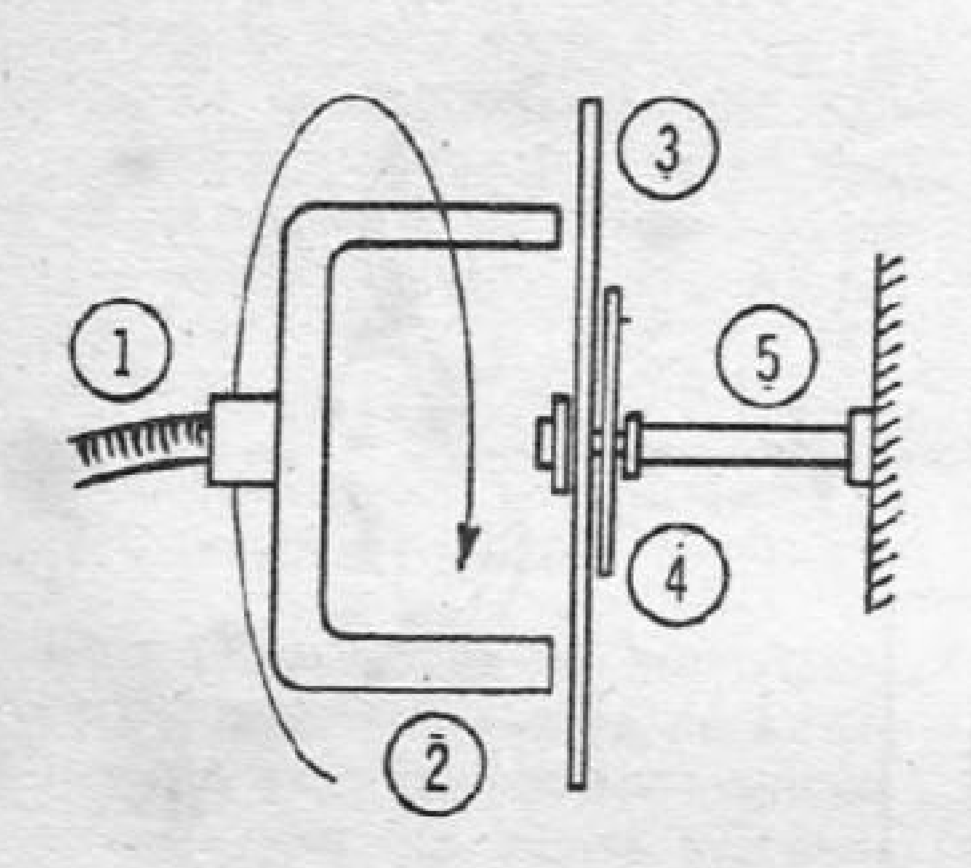
En efecto, si tenemos una diminuta dínamo (acoplada al mecanismo motor) cuyo número de revoluciones traducimos en distancias, sabiendo a cada vuelta del eje trasero el desplazamiento lineal que tienen los neumáticos sobre el suelo, habremos construido un indicador de velocidades mediante un voltímetro.

Hay otro tipo de velocímetro, sumamente sencillo, que es accionado por un cable que gira desde una de las ruedas del coche. Este cable tiene en el otro extremo un imán en forma de U que gira en un plano vertical delante y muy cerca de un disco de cobre (fig. 260), de tal suerte que induce en él corrientes de Foucault, las cuales, a su vez, crean un campo magnético en el disco; este campo magnético tiende a querer perseguir el campo del imán, es decir, el disco quiere girar también, pero no puede realizarlo por impedírselo la acción del resorte antagónico. Resulta de todo esto que el disco se equilibra en determinada posición, que depende de la velocidad

del imán, es decir, de la que tiene el coche.

El disco tiene fija una flecha que se desplaza ante un cuadrante graduado en kilómetros por hora, que se calibra haciendo marchar el coche a velocidades bien controladas y viendo en qué puntos señala la aguja. Es evidente que cuando el vehículo se para, el disco vuelve a su posición inicial, marcando 0 la aguja.

El inconveniente principal de este tipo de velocímetro es que marca distintamente en verano y en invierno. Esto es debido a que el disco, que generalmente es de cobre o de aluminio, ofrece una determinada resistencia eléctrica, la cual varía con la temperatura. Ahora bien, como las corrientes de Foucault inducen corrientes que se propagan por la masa de estos discos, resulta que variando la resistencia cambia el valor de la intensidad; de todas maneras, la variación es de sólo un tanto por ciento, y si el aparato ha sido calibrado a 20°, resulta que avanza en invierno (marca más velocidad de la que realmente está recorriendo el coche) y retrasa en verano. A pesar de este inconveniente, este velocímetro está actualmente instalado en millones de automóviles que marchan por todas las carreteras del mundo.



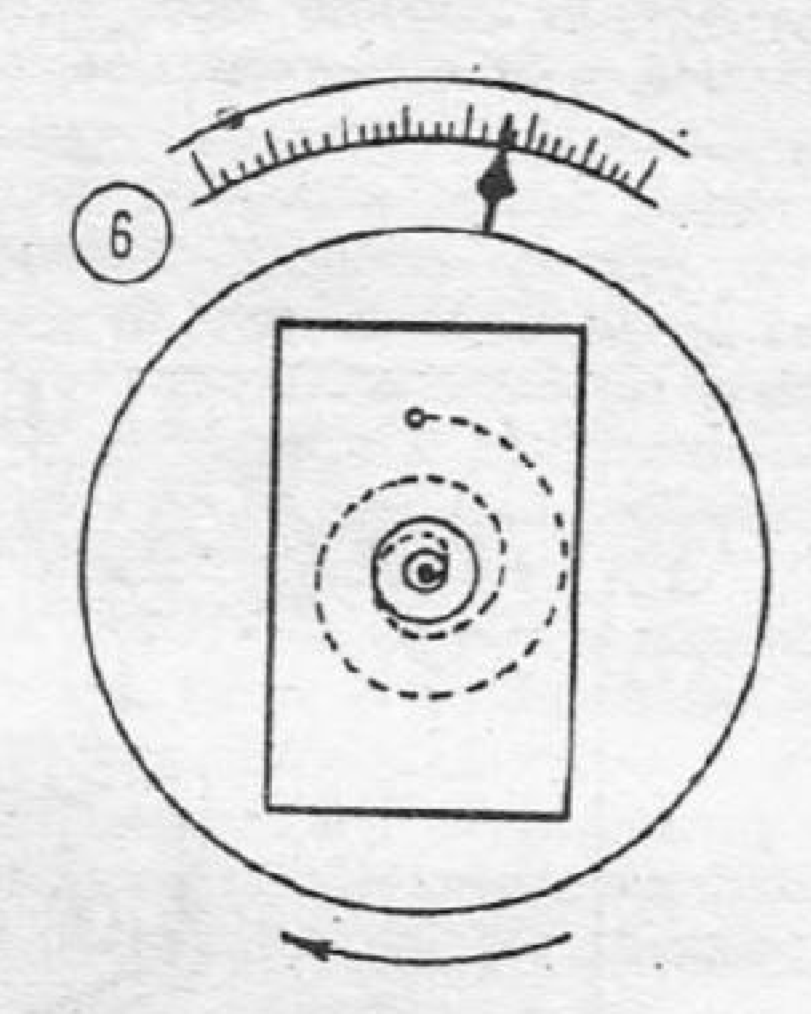


Fig. 260. Esquema de los velocímetros de inducción magnética: (1) cable torsional; (2) imán; (3) disco; (4) soporte; (5) pivote; (6) escala.

231. Indicador del nivel de combustible

Los instrumentos que indican el nivel de la gasolina se dividen en tres categorías: a) los fundados en el principio hidrostático de los vasos comunicantes; b) los que se basan en hacer variar una resistencia al deplazarse una boya accionada por la altura del líquido que hay en el tanque; c) los que funcionan con elementos bimetálicos.

La categoría a), en pleno desuso, se funda en que en un tubo en forma de U el líquido sube al mismo nivel en ambas ramas. No interviniendo en su funcionamiento la electricidad, no insistimos acerca del mismo.

En los coches salidos de las fábricas desde 1936 hasta nuestros días, sólo se emplean los dos tipos que funcionan a base de electricidad.

b) **Indicador de nivel por variación de resistencia.** Se compone (fig. 261) de dos unidades, una colocada en el depósito de combustible y otra en el tablero de instrumentos del coche. Ambas unidades están conectadas por un alambre, cerrándose el circuito a través de la masa metálica o chasis.

El funcionamiento es el siguiente: si el tanque está completamente vacío, el flotador desciende al punto más bajo y el contacto C del brazo se desplaza

hacia la derecha, llegando al extremo B, lo cual significa que todo el reóstato está fuera del circuito y el punto B hace contacto a la masa. Siguiendo el circuito del hilo que une al tanque con el instrumento colocado en el tablero, vemos que llega al nudo D, desde donde se bifurca en las entradas de los devanados de las bobinas 1 y 2. Por la bobina 2 no pasará corriente porque su otro extremo está conectado a tierra, lo mismo que el nudo D; por consiguiente, ningún campo magnético actuará en esta bobina; en cambio, por la bobina 1 pasará la totalidad de la corriente de la batería y la pieza de hierro dulce F, que puede oscilar alrededor del eje E, se orientará siguiendo la línea del eje de esta bobina, arrastrando en su movimiento la aguja M, que en esta posición señala vacío (en inglés: empty). Si consideramos la otra posición extrema, cuando el depósito se ha llenado totalmente, entonces el contacto C se sitúa en el punto A y toda la resistencia del reóstato está en el circuito; la corriente que llega al nudo D tiene un valor distinto al caso anterior, bifurcándose entre las dos bobinas. El campo magnético que forman las bobinas 1 y 2 se combinan desplazando la pieza F hacia la bobina 2, estando el instrumento graduado de tal forma que la aguja marca lleno (en inglés: full). Las otras posiciones del nivel del combustible sitúan al contacto C en puntos intermedios del reóstato, cuyos valores de campo magnético de las bobinas 1 y 2 colocan la aguja en una posición que señala el correspondiente nivel del líquido que hay en el tanque.

Este sistema lo han adoptado, desde el año 1935, las marcas de autos Buick, Cadillac, Chevrolet, Oldsmobile y Pontiac.

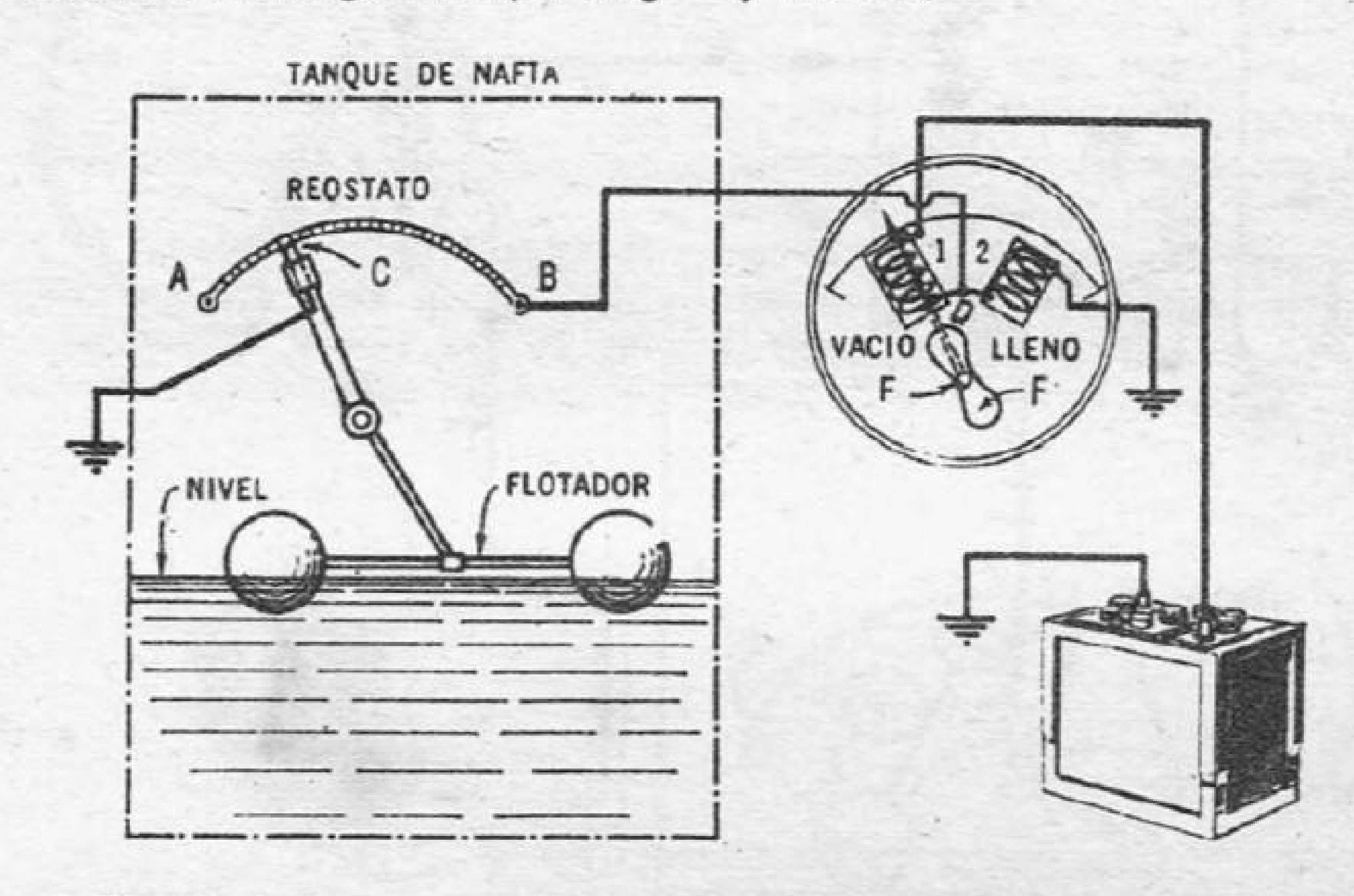


Fig. 261. Indicador electromagnético del nivel del depósito de combustible, gracias a un contacto C movido por un flotador.

c) **Indicador de nivel bimetálico.** El principio bimetálico de indicador de nivel de líquidos es, según parece, el que tiende a imponerse totalmente, bastando con mencionar que lo han adoptado, desde 1936, sin interrupción alguna, las siguientes marcas de autos: Ford, Lincoln y Lincoln Zephyr; desde hace menos años, Hudson, Mercury, Nash, Willys, etcétera.

El principio de su funcionamiento se indicó en la figura 180.

Se compone (fig. 262) de dos unidades similares, formadas de un elemento bimetálico fijo por un extremo, mientras que el otro puede sufrir un desplazamiento angular por la acción del calor. Cada uno de estos elementos tiene enrollado un hilo en forma de bobina, cuyo único objeto es calen-

tar el elemento al pasar por él corriente del circuito general.

En la unidad del tanque, el extremo inferior del elemento bimetálico tiene un contacto, 2, con el cual se apoya otro, 1, en forma de una D, colocado en el extremo superior de una palanca, P, se apoya contra una excéntrica, E, la cual puede moverse alrededor de un eje, al que va adherido el flotador F. La acción de las fuerzas es la siguiente: si el depósito está vacío (como en el caso indicado en la figura), el conjunto del equipo queda en una posición de equilibrio. Si se llena el depósito, al elevarse el nivel sube el flotador, gira el eje y la excéntrica E presiona contra la palanca P: los contactos 1 y 2 reciben la presión y desplazan el elemento bimetálico hacia la derecha.

Los elementos bimetálicos están construidos de tal forma que cuando la corriente pasa por el elemento de caldeo o bobina térmica, éste se desplaza hacia la derecha. Retenga bien este dato y pasemos ahora a considerar cuándo el depósito está medio lleno.

El flotador subirá a la posición indicada con línea de puntos y la excéntrica, presionando la palanca P, hará que tome la posición señalada también con líneas punteadas. Estando en contacto los topes 1 y 2, la corriente pasa de la batería por los elementos de caldeo, lo que hace que los dos elementos bimetálicos se calienten y, en consecuencia, se separen hacia la derecha, hasta que los contactos 1 y 2 de la unidad colacada en el tanque rompan el circuito; en este instante, el circuito queda interrumpido y, al no pasar corriente, los elementos bimetálicos se enfrían, volviendo a su posición de equilibrio, es decir, hacia la izquierda, hasta que el tope 2 vuelva a encontrar el 1, provocando un nuevo paso de corriente, un nuevo caldeo de los elementos y otro desplazamiento hacia la derecha, hasta volverse a interrumpir el circuito, y así sucesivamente, produciéndose una serie de aperturas y cierres de circuito que influyen, simultáneamente, en los dos elementos bimetálicos. Esta serie de movimientos se repite con tal rapidez que la aguja situada en el instrumento indi-

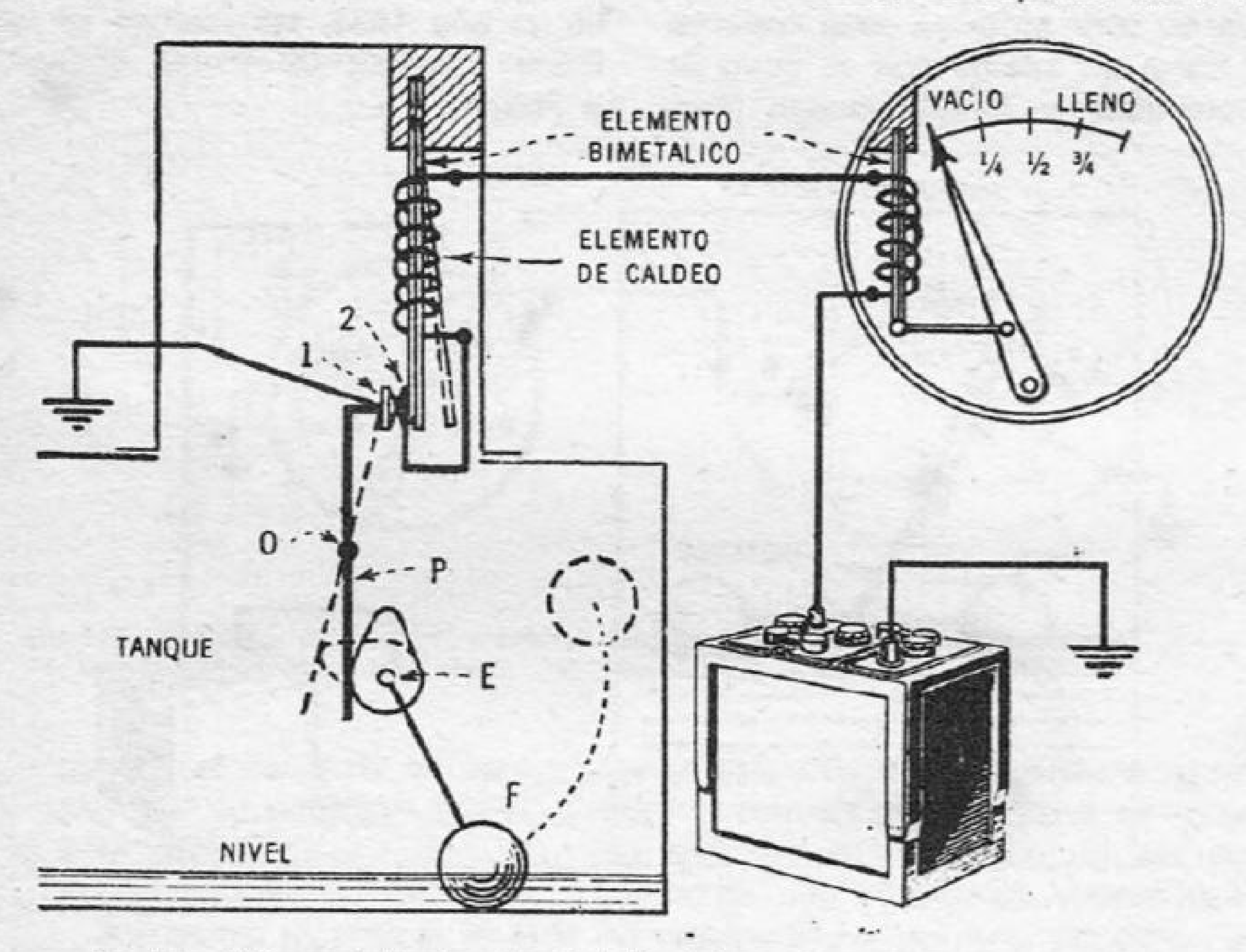


Fig. 262. Sistema indicador de nivel fundado en los efectos de dilatación diferente que sufren dos metales distintos.

cador se coloca en la posición correspondiente al nivel del líquido.

El funcionamiento del elemento bimetálico colocado en el tablero es evidente por sí mismo: la corriente que pasa por el dispositivo térmico hace que el elemento se desplace hacia la derecha, situando la aguja sobre el cuadrante graduado en la posición que corresponde al nivel del líquido en el tanque, puesto que la flexión de los dos elementos bimetálicos es igual, ya que su construcción y la intensidad que pasa por los dos dispositivos térmicos son iguales.

232. Indicador de temperatura

Como es necesario saber el valor de la temperatura del agua del radiador, del aceite cuando circula por el circuito de alimentación de la lubricación, etcétera, se emplea para ello un dispositivo bimetálico similar, en principio, al que hemos descrito para indicar el nivel de los líquidos. La figura 263 representa el esquema del conjunto, estando unidos por un solo hilo conductor el transmisor y el receptor, colocado este último en el tablero del coche.

La cápsula (1) está sumergida en el líquido y comunica la temperatura al interior; el elemento bimetálico (4) tiene envuelto el alambre (5) que conecta ambos aparatos. Según sea la temperatura, la varilla (4) se separa, haciendo así que se interrumpa la corriente de la batería; al no pasar la corriente y enfriarse, vuelve a hacer contacto, y así sucesivamente; este paso de corriente pasa por el devanado calefactor (5) del receptor, arqueando más o menos la varilla bimetálica (4), la cual, por medio de una palanquita, desplaza la aguja indicadora. El principio del funcionamiento se funda en que cuando el alambre está conectado a masa, el indicador tiende a señalar la mínima temperatura, mientras que cuando está separado del contacto, entonces no pasa corriente, el par térmico del receptor (fig. 264) toma su posición rectilínea y la aguja marca el máximo de temperatura; entre estos dos extremos se sitúa, debido a las rápidas aperturas y cierre de los contactos por buscar, la varilla bimetálica del transmisor: una posición de equilibrio con la temperatura que reina dentro de la cápsula (1).

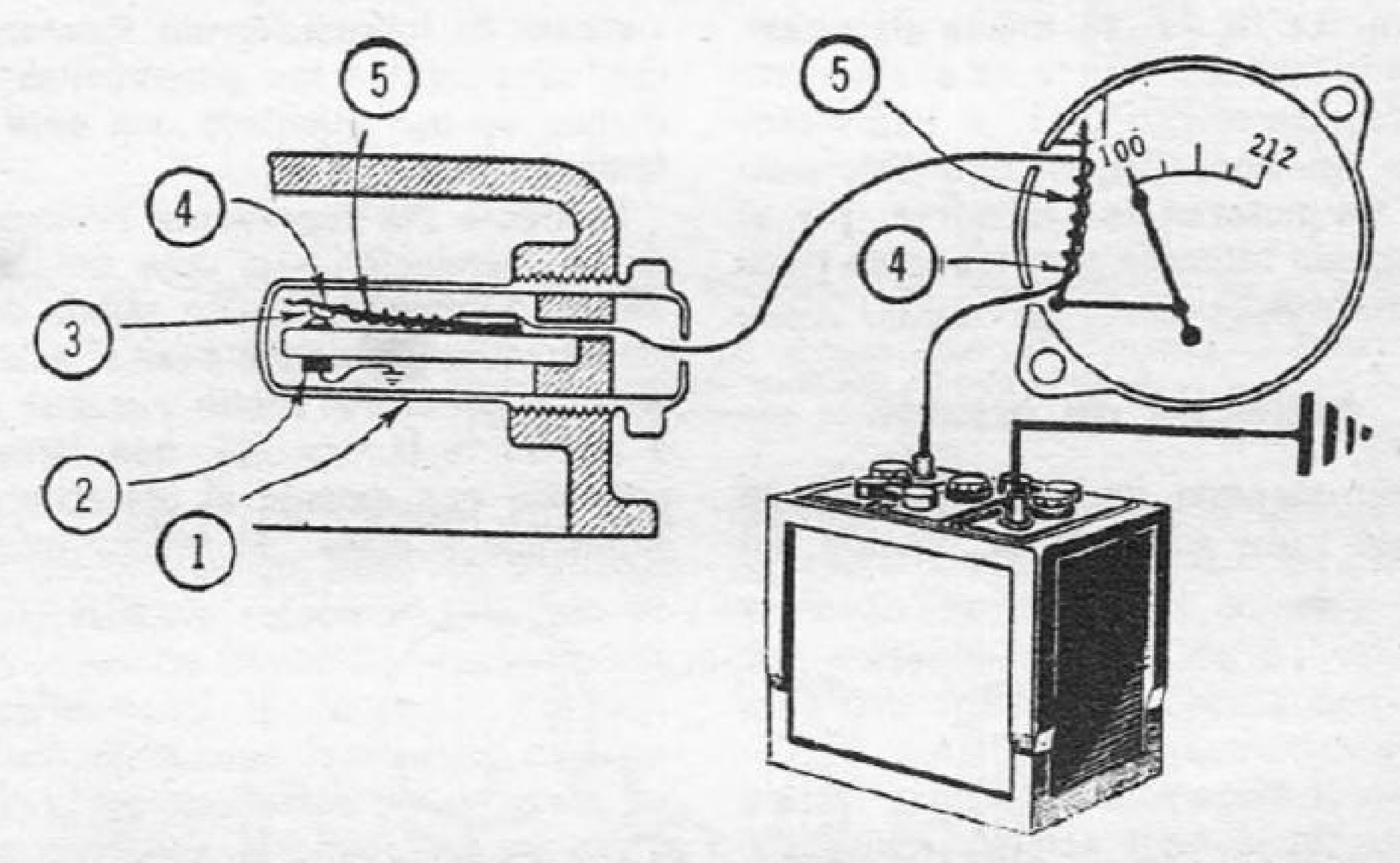


Fig. 263. Indicador de temperatura para líquidos (agua, aceite, etc.): (1) unidad transmisora; (2) contacto a masa; (3) contacto aislado; (4) lámina bimetálica; (5) alambre calefactor. Señala la temperatura mínima.

233. Indicador Ford de temperatura

El principio de su funcionamiento es totalmente similar al descrito anterior-

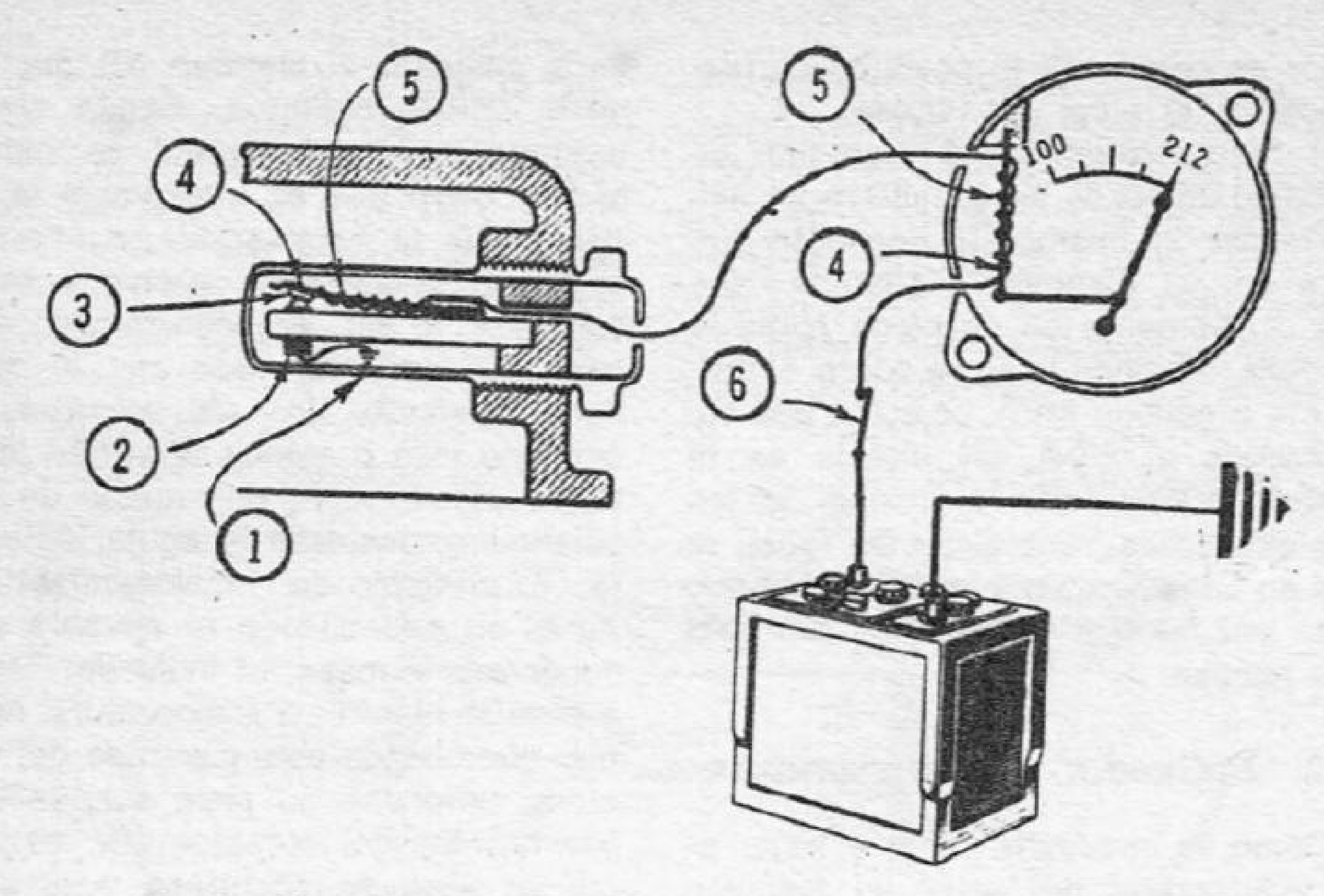


Fig. 264. El indicador de temperatura señalando el máximo: 100° C, equivalentes a 212° F. Señala la temperatura máxima.

mente. La figura 265 indica el conjunto de la instalación: (1) es el elemento térmico bimetálico; (2), el interruptor de la ignición; (3), el tipo empleado para los motores de 8 cilindros; (4), el transmisor utilizado para los otros tipos de motores.

234. Indicador de presión

Este conjunto de dos unidades se emplea para saber si la presión del aceite es la correcta. Muchas fallas del funcionamiento de los automóviles no han tenido otra causa sino que el sistema de lubricación no funcionaba, por cuyo motivo los automóviles modernos se han equipado con este sistema indicador.

La figura 266 representa el conjunto de la instalación. La caja del transmisor va roscada en un punto de la canalización por donde pasa el aceite a presión, penetra el aceite y arquea más o menos la lámina (6), que tiene un apéndice que empuja el portacontacto conectado a masa. El funcionamiento está basado en el mismo principio que el indicador de nivel, produciéndose una serie de contactos y separacio-

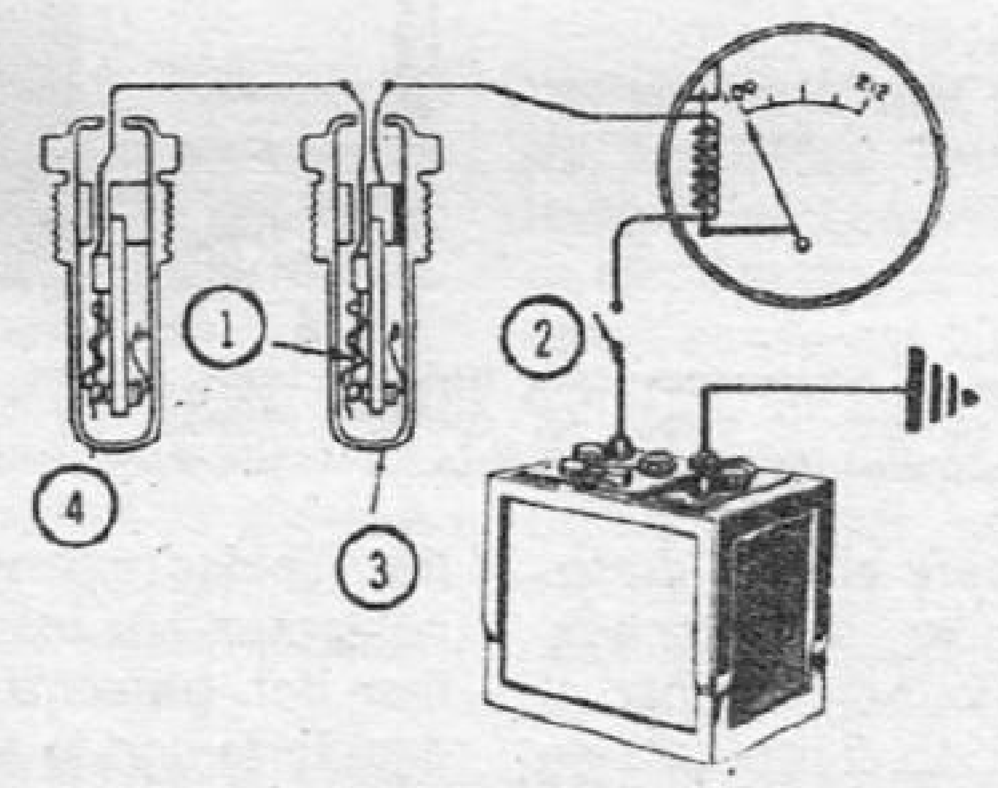


Fig. 265. Indicador de temperatura Ford: (1) brazo bimetálico; (2) interruptor de la ignición; (3) unidad especial para los motores de 8 cilindros; (4) unidad para los otros motores.

nes (2) y (3) que se traducen por pasos de corriente que afectan el par térmico del receptor, flexando proporcionalmente el elemento bimetálico que, a su vez, hace desplazar la aguja sobre el cuadrante graduado. La figura representa el momento en que se ejerce la presión máxima en el transmisor a través del orificio (8), que se traduce por un paso de corriente por el alambre calefactor (2) que arquea la varilla bimetálica, desplazando la aguja hasta la indicación máxima. Cuando disminuye la presión, desciende (4), los contactos se separan, no pasa corriente, el bimetálico se enfría y la aguja va hacia cero, hasta que vuelve a pasar una corriente, y así hasta encontrar una posición de equilibrio señalada por la aguja en el indicador de presión.

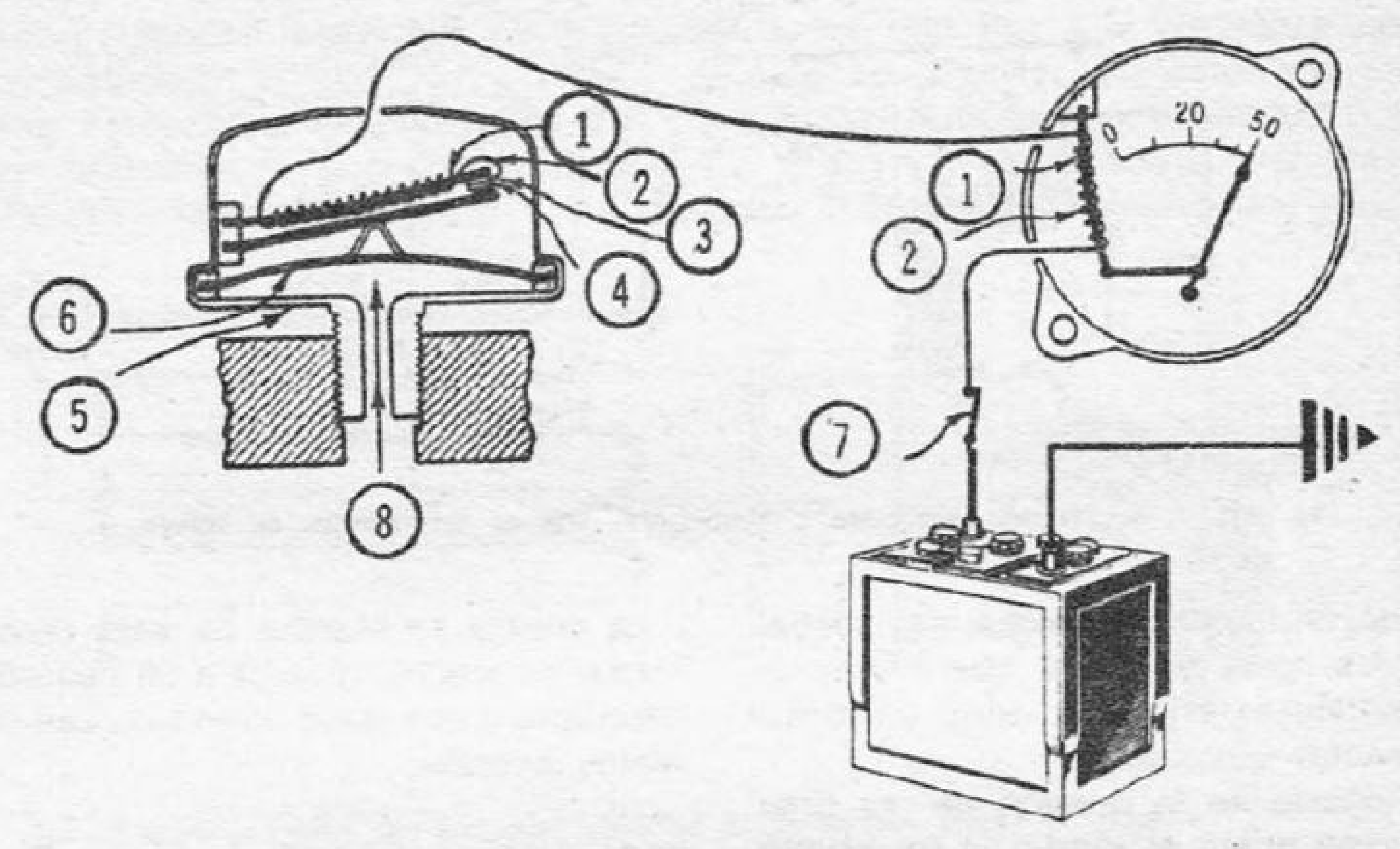


Fig. 266. Indicador de presión: (1) brazo bimetálico; (2) hilo calefactor; (3) contacto aislado; (4) contacto a la masa; (5) armazón roscado; (6) lámina flexible; (7) interruptor de la ignición; (8) presión. Señala la presión máxima: 50 libras por pulgada cuadrada, aproximadamente 3,5 kg por centímetro cuadrado.

APARATOS DE CONFORT

235. Limpiaparabrisas

Su finalidad es mantener limpio un sector del cristal delantero, para que así el conductor tenga una buena visibilidad en tiempos lluviosos.

Los primeros aparatos de esta clase que funcionaron estaban accionados por la acción del vacío que produce la aspiración del motor. Este tipo tiene el inconveniente que sólo funciona mientras anda el coche o el motor de explosión, es decir que no se puede ver mientras aquél está parado. Esto se ha subsanado con la adopción de un motorcito eléctrico de unos 20 W de potencia, es decir que consume unos 3 A con una batería de 6 V, o sea, unas 4 centésimas de caballo de fuerza.

Hay dos tipos fundamentales de acción angular, representados, respectivamente, en las figuras 267 y 268. En ambos casos se trata de transformar el movimiento circular del motor en otro de vaivén. La primera solución hace que por medio de una biela (accionada por una rueda dentada reductora de la velocidad del eje del motorcito) se desplace hacia un lado y otro una cremallera, sobre la cual engranada una ruedita dentada que gira, de esta manera, por la acción del motor. En un punto de esta rueda hay un pivote que encaja en un extremo de dos pequeñas bielas, cuya misión es desplazar con un movimiento

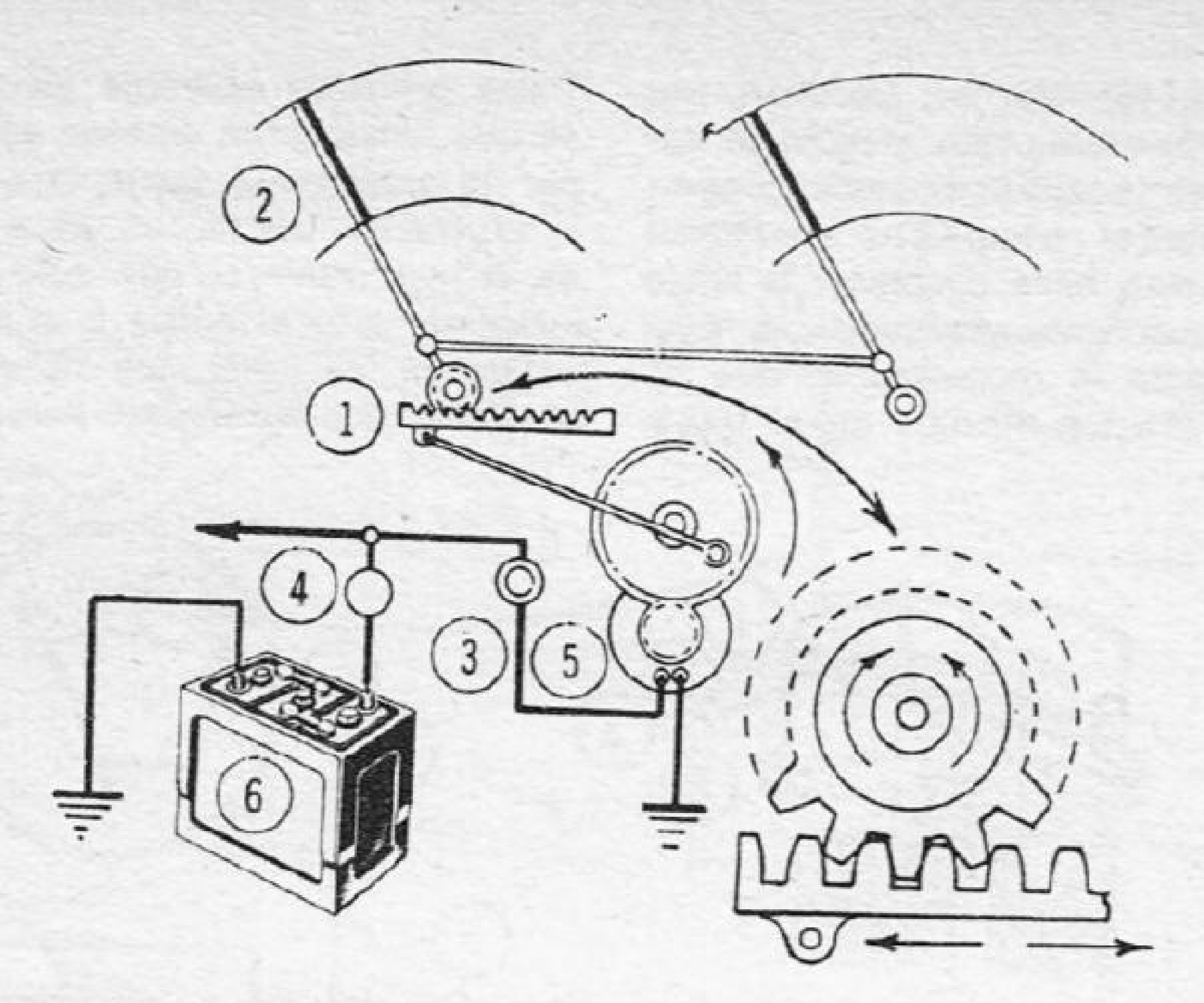


Fig. 267. Principio del parabrisas a cremallera para el movimiento de vaivén.

de vaivén las dos palancas que sostienen las tiras de goma que barren la superficie exterior del vidrio en forma de sector circular.

El ajuste de la presión de las tiras de goma sobre el vidrio es un asunto delicado: si presionan demasiado, el equipo no funciona, y si están demasiado flojas, no limpian el cristal, por lo que, en caso necesario, deben ajustarse con cuidado.

La puesta en marcha de este mecanismo se efectúa gracias a un pequeño interruptor que está colocado en el mismo aparato.

236. Visera térmica

Este dispositivo sólo se utiliza en los países muy fríos, donde caen copiosas nevadas y el aire tiene una temperatura de bastantes grados bajo

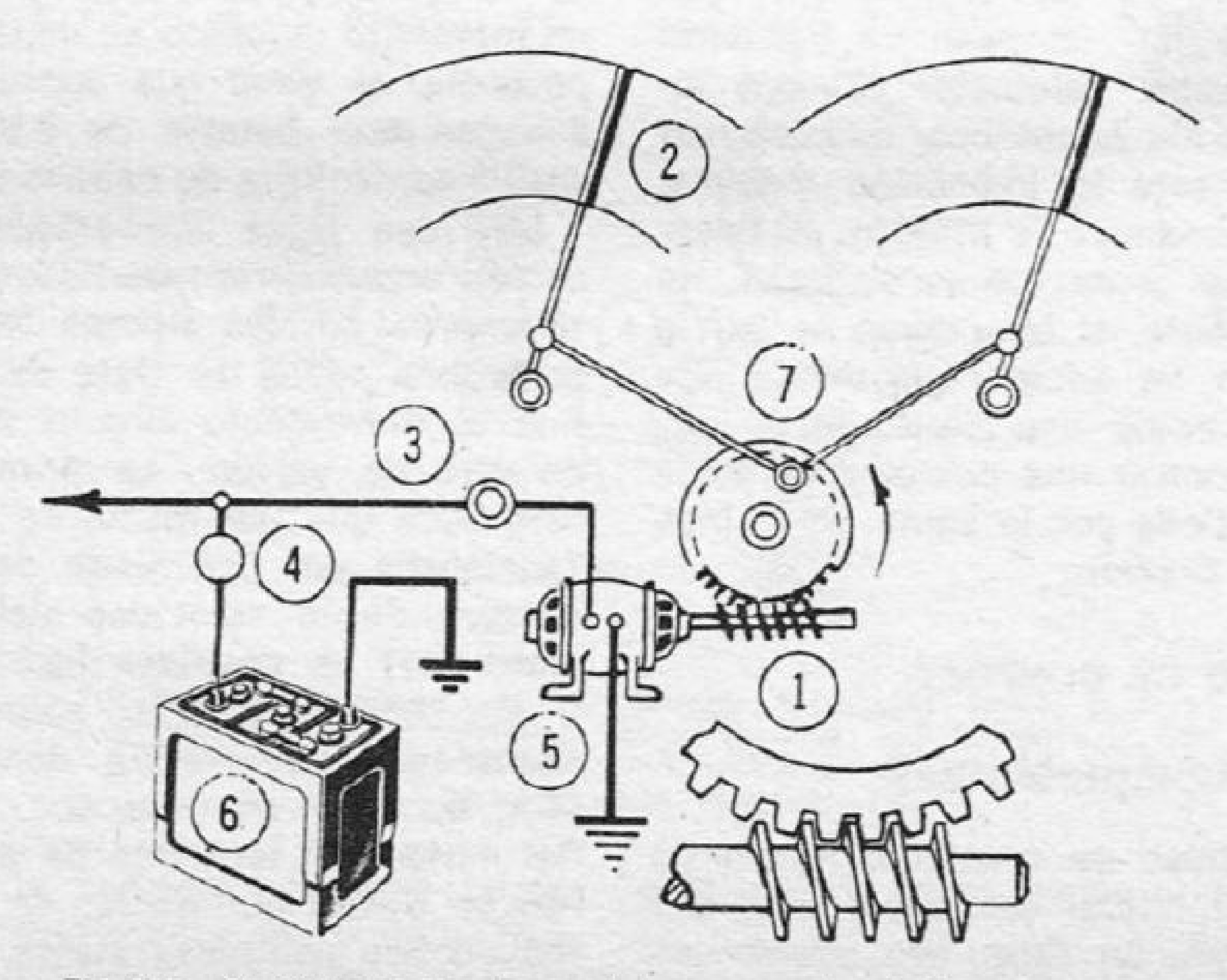


Fig. 268. Funcionamiento del parabrisas con vis sinfín y biela.

cero. En tales condiciones atmosféricas, si la nieve cae en copos, éstos se solidifican rápidamente y el limpiaparabrisas queda paralizado, impidiendo, por lo tanto, la visibilidad; esto se agrava aún más si tenemos en cuenta que el vapor de agua contenido en el aliento de la respiración se condensa en la superficie interna del parabrisas, quedando entonces totalmente obstruida la visibilidad.

Todos estos inconvenientes se resuelven utilizando un pequeño calefactor (fig. 269), consistente en un alambre de cromoníquel por el cual se hace pasar corriente procedente de la batería. Como este dispositivo sólo se utiliza en tiempos muy fríos, se adapta al cristal del coche por medio de unas ventosas de goma, quedando así adherido al parabrisas por la parte interna. Tan pronto pasa la corriente, se eleva la temperatura del alambre a tal punto que calienta el cristal del coche, fundiendo la nieve que se haya adherido por la parte externa y disipando el vaho de la respiración de la parte interna. Este calefactor o visera eléctrica, como lo llaman en ciertos países, va montado con un cristal de protección para evitar que el conductor pueda tocar los alambres: hasta hay modelos en que el alambre calefactor está dentro de un cristal especial que tiene el mismo coeficiente de dilatación que el alambre, y de esta manera se obtiene una manipulación más segura, especialmente para guardarlo en épocas que no se tiene instalado en el coche.

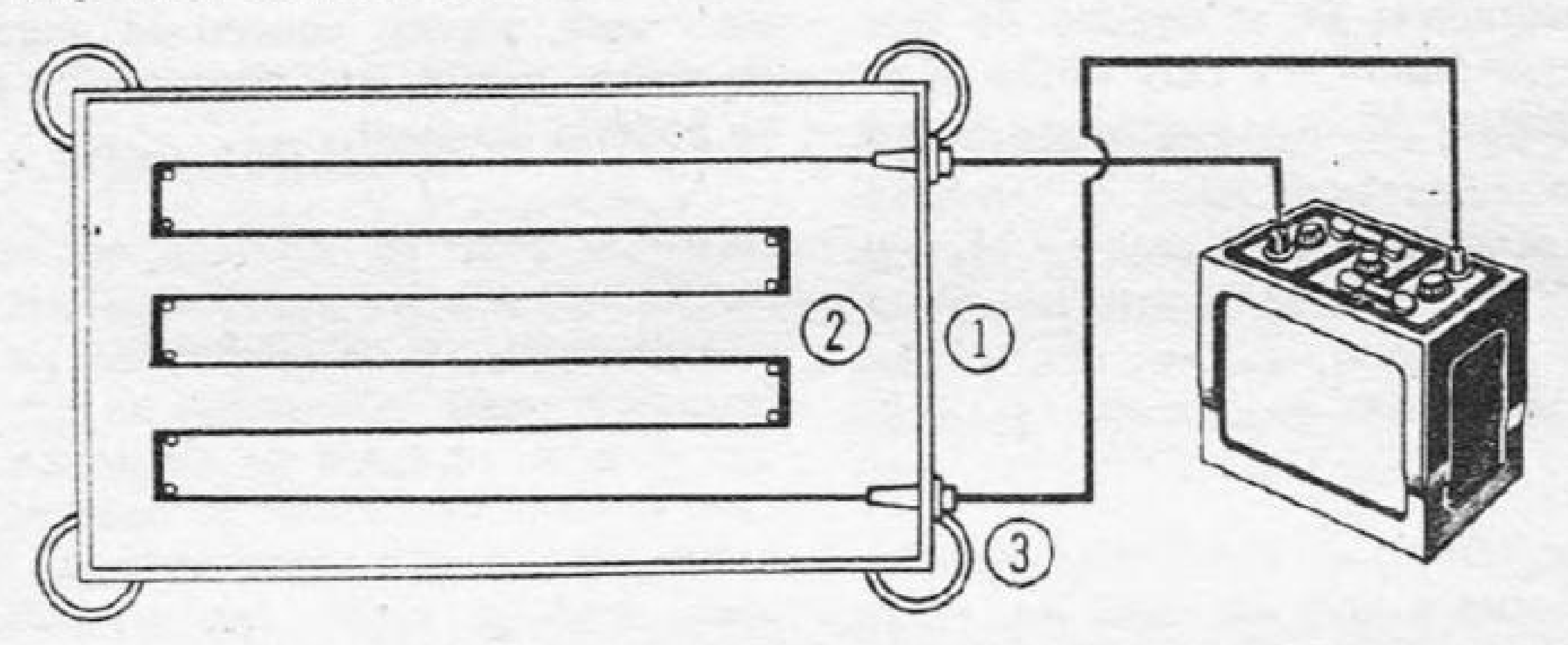


Fig. 269. Visera térmica para calentar el parabrisas desde el interior.

ACCESORIOS SUPLEMENTARIOS

237. Encendedor de cigarrillos

Desde 1934, en la mayoría de los coches hay un dispositivo que tiene por objeto poder encender los cigarrillos. Se compone de un pequeño cilindro, similar a un tapón, con dos contactos, que son, a la vez, extremos de una resistencia, generalmente en forma espiral. Los dos contactos cierran el circuito de la batería, y el paso de la corriente por la resistencia mencionada hace que ésta adquiera bien pronto una elevada temperatura, que la pone la rojo.

238. Reloj eléctrico

La mayoría de los coches vienen equivados con un reloj que funciona mediante la corriente de la batería. Tiene la particularidad de absorber energía constantemente, pero en cantidades sumamente pequeñas, lo cual no representa ningún inconveniente, a menos de que el coche deba permanecer mucho tiempo inactivo.

239. Ventilador

Casi todos los coches modernos vienen equipados con un pequeño ventilador, movido por un motorcito de muy pequeña potencia.

Digamos que también traen un dispositivo calefactor, gracial al cual se consigue disfrutar de las máximas comodidades que pueden obtenerse, a las

cuales se ha añadido recientemente aire acondicionado.

240. Interruptor de seguridad

Debido a la extremada frecuencia de robo de automóviles, se han ideado y patentado diversos mecanismos destinados a impedir que otra persona pueda ponerlos en marcha. Entre otros, citaremos la interrupción del circuito de la batería entre ésta y el chasis, solución complicada y poco eficaz; otro sistema consiste en tener un interruptor disimulado en el circuito de ignición, que puede ser muy eficaz si se sabe buscar lo que podríamos llamar un punto neurálgico: cortocircuitar la bobina, interrumpir el circuito del distribuidor, etcétera, siendo indispensable que cada propietario de coche estudie su solución para que, en caso de quererse apoderar de su coche un maleante, no sepa dónde está el dispositivo; conviene, pues, utilizar soluciones individuales que sean eficientes (que no se pueda poner en marcha el coche) y fáciles de realizar al volver al coche. Una solución sencilla y al parecer muy eficaz consiste en trabar el eje de dirección; de esta manera, claro está, aunque pongan en marcha el coche, tienen que abandonarlo por no poderlo conducir.

Capítulo XXVII

EL RADIO RECEPTOR EN EL AUTOMOVIL

241. Generalidades

En los aparatos de radio utilizados en los automóviles hay que considerar: a) su instalación; b) su entretenimiento; c) su reparación. Esta última no se diferencia en absoluto de la de los otros tipos de receptores, que se hace por expertos especialistas y se aparta totalmente del marco de esta obra. En consecuencia, estudiaremos en este capítulo los puntos a) y b) que describirán:

a) Instalación del receptor, lo cual comprende: 1) colocar la antena; 2) poner los dispositivos necesarios para evitar la interferencia de la alta tensión (vibradores, etcétera, de los mecanismos eléctricos del automóvil); 3) hacer las interconexiones necesarias con la batería del coche para alimentar el receptor.

b) Entretenimiento, que consiste en mantener el buen funcionamiento del aparato en todo lo que depende de la energía eléctrica absorbida del acumulador y eliminar las causas de perturbaciones, vibraciones mecánicas etcétera.

Antenas tubulares. Consisten en desplazar, en dirección más o menos vertical, un conductor en forma tubular, que se enchufa en forma telescópica (fig. 270). Este tipo de antena tiene la ventaja de que, cuando no se necesita, se enchufan los trozos que la componen y queda reducida a dimensiones muy pequeñas.

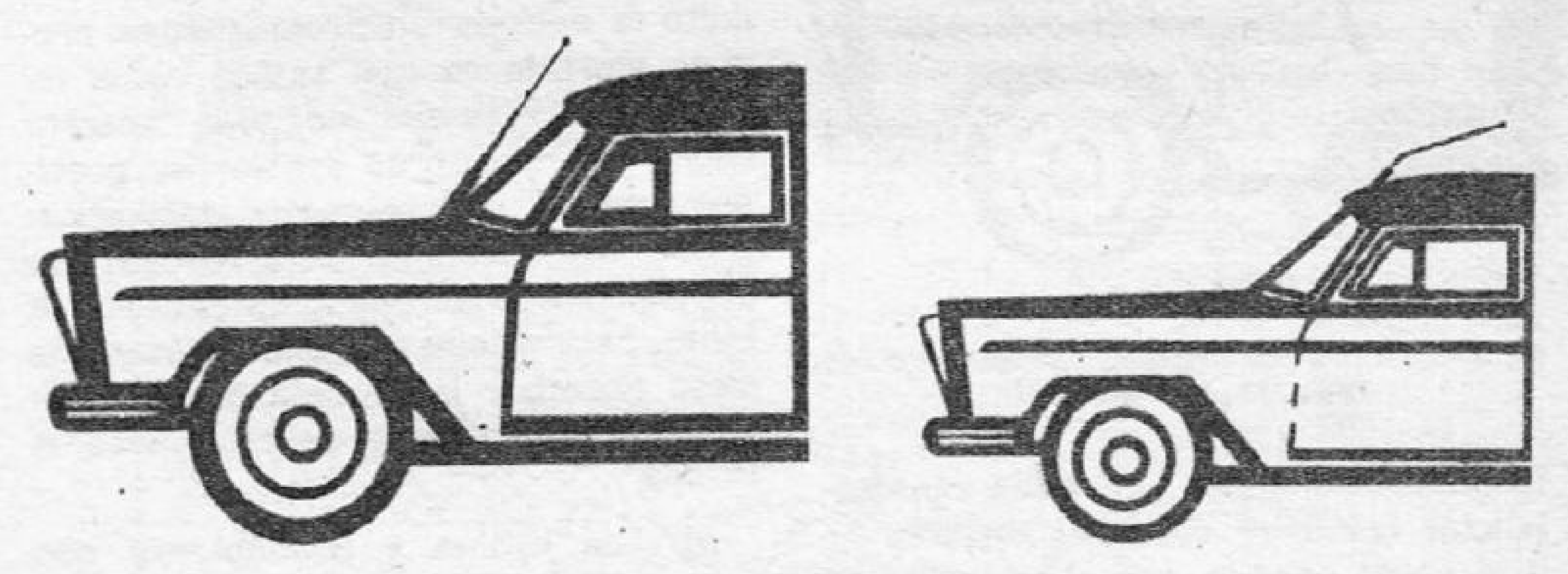


Fig. 270. Formas de antena para coches enteramente metálicos; no tienen el rendimiento de la antena en el techo.

Se instala a un lado del coche, cerca del receptor; su eficiencia es bastante aceptable, sobre todo teniendo en cuenta la facilidad de su colocación en el coche.

242. Instalación del receptor

Según sea el coche donde deba instalarse el aparato receptor, se procurará colocarlo, si fuese posible, en el tablero de los instrumentos. Si no es así, entonces se buscará debajo de este sitio el lugar más adecuado, cuidando de alejarlo de los focos de perturbación, como ser, la bobina elevadora de tensión, etcétera.

Los receptores destinados a funcionar en un automóvil tienen un sistema adecuado de fijación, que debe tratar de adaptarse. A veces esto obliga a ingeniar alguna disposición especial: de todas maneras, ya vienen equipados con diversos agujeros, tornillos, etcétera, lo que permite colocarlos adecuadamente con relativa facilidad.

Si el aparato es de los que tienen el selector de estaciones colocado a distancia, movido por un cable puesto en un tubo flexible (fig. 271), la forma más adecuada es colocarlo dentro del tubo del volante de dirección, para

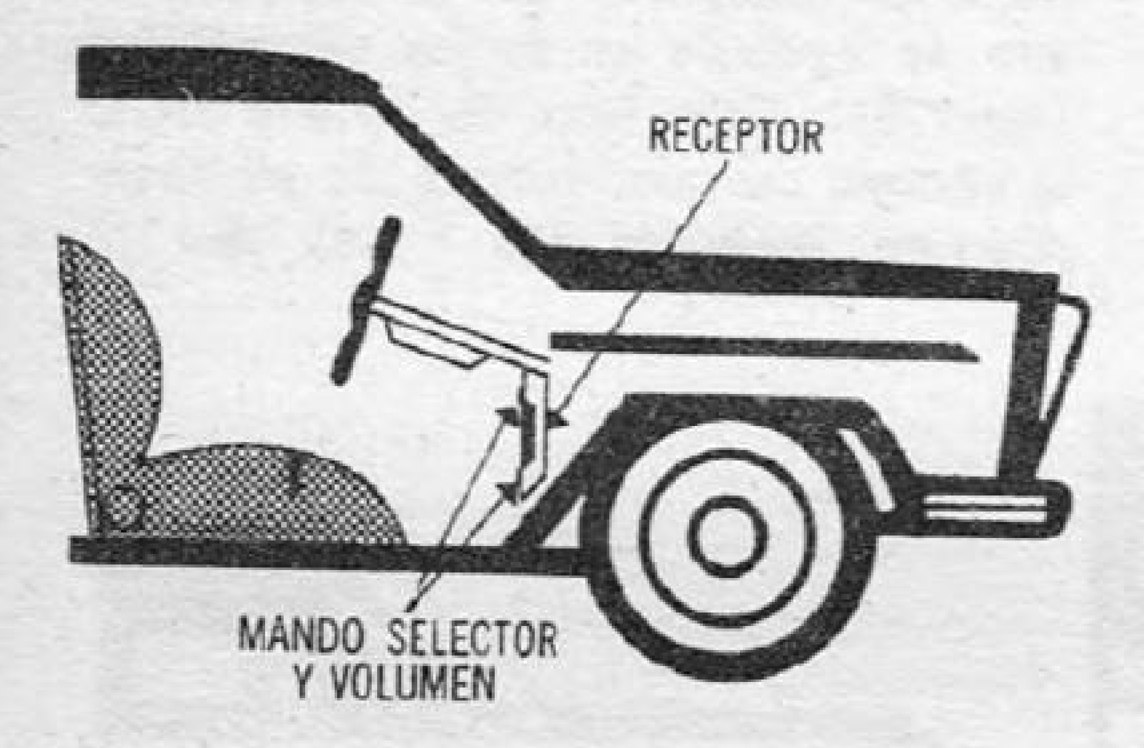


Fig. 271. Forma de instalar un receptor de radio en un automóvil.

facilitar su manejo. En tales circunstancias conviene situar el receptor lo más cerca posible, como se indica en la mencionada figura.

Si el receptor tiene los botones de mando colocados sobre su panel, entonces debe instalarse en el tablero del coche. Generalmente, los autos modernos ya vienen con un espacio destinado al aparato de radio; si debiese hacer la instalación en un coche antiguo, entonces debería estudiar la forma de conseguir ese sitio, adaptándolo a la forma del tablero de instrumentos.

Una vez fijado el aparato, sólo resta conectar la batería y la antena; el receptor ya tiene los cables necesarios.

243. Interferencias

Es necesario acondicionar el equipo eléctrico del coche; de lo contrario, se producen muchos ruidos que hacen imposible la recepción. Vamos a enumerar las causas que los producen y cómo se eliminan.

a) El sistema de ignición es una verdadera estación emisora de radio que transmite con ondas amortiguadas, es decir que cubre una banda de frecuencias muy grande. Si a esto añadimos que los cables de este sistema (secundario) conducen la corriente a tensiones de muchos millares de voltios y a una distancia de menos de un metro desde el receptor, se comprende que esto es una fuente de perturbación que debe neutralizarse antes de intentar la recepción radiotelefónica.

b) Los interruptores son una causa de fuerte perturbación, pues en el momento de producirse la ruptura del circuito la energía electromagnética produce vibraciones que actúan como un verdadero choque en todo aparato capaz de revelar su presencia; precisamente, el radiorreceptor está construido expresamente para recoger las ondulaciones electromagnéticas. Por lo tanto, es afectado por ellas y es necesario absorber la energía que se origina en el momento de producirse la chispa.

c) Los cables y conductores que pasan cerca del hilo que conecta la antena con el receptor son una causa de fuertes perturbaciones, debiéndose mencionar el que conduce la corriente de la batería a la lámpara del techo y el de alimentación del receptor, que viene de la batería, a donde, evidentemente, se conducen las variaciones de las rupturas del circuito primario de la bobina elevadora de tensión.

d) La electrización de los neumáticos por acción de su frote con el pavimento. Este efecto se observa especialmente cuando el coche va por carreteras de hormigón; si son de tierra, casi es imperceptible. Sólo en las dos ruedas delanteras se produce este efecto, por estar aisladas del chasis, por cuyo motivo es necesario darles un conductor de descarga. Esto se consigue mediante la disposición de la figura 272, que consiste en colocar en la taza de los bujes un resorte en espiral que, a pesar de que la rueda gire, hace contacto permanente entre la parte metálica de las ruedas delanteras y todo el armazón del coche, descargándose las acumulaciones de electricidad por este conductor.

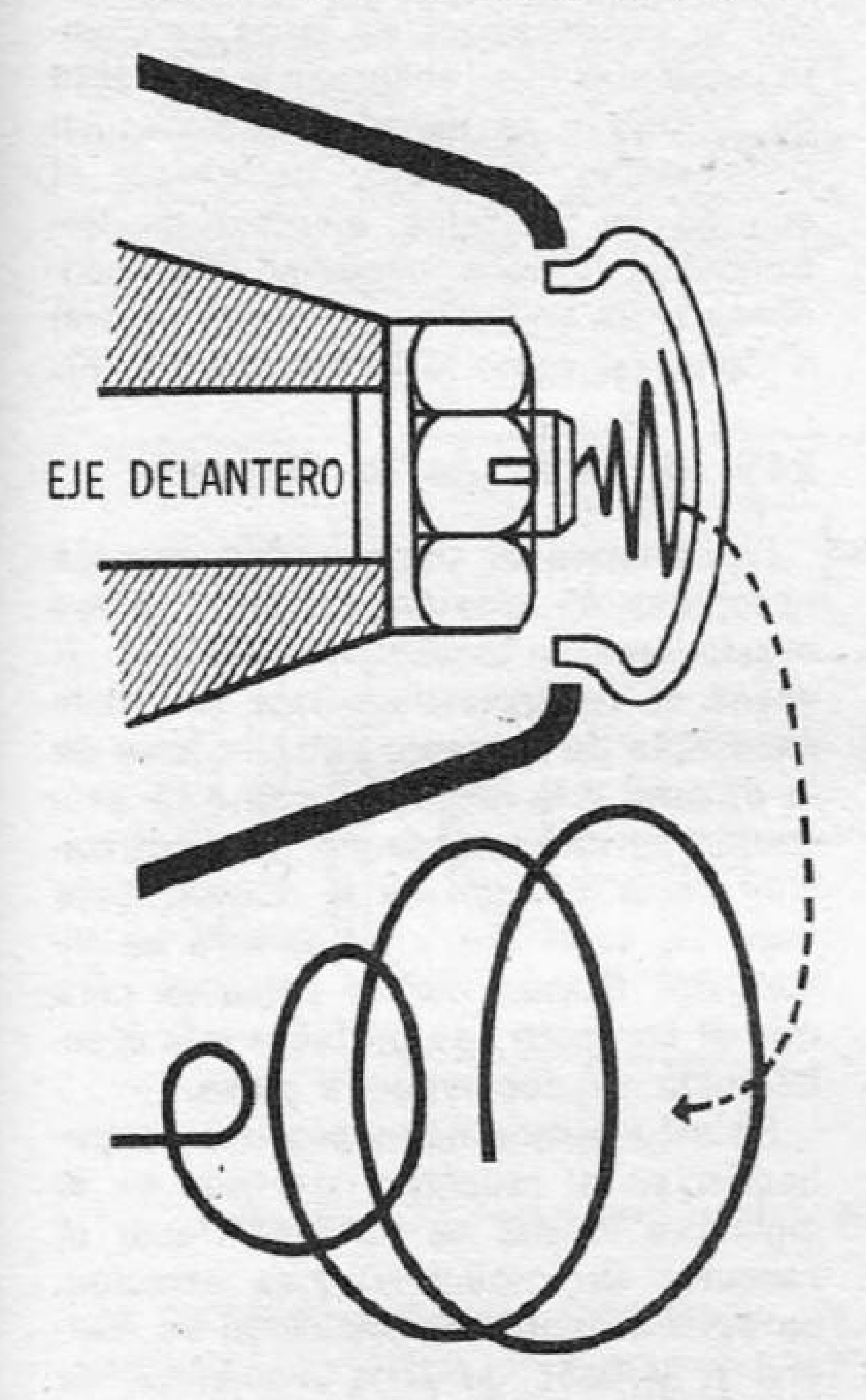


Fig. 272. Dispositivo antiparásito colocado en las ruedas.

244. Arreglo del sistema de ignición

Ponga el motor en marcha muy lenta y observe si funciona sin ruidos mecánicos, quedamente; en tales casos, las perturbaciones del equipo eléctrico sobre la radio son mínimos; en cambio, si el motor funciona con muchos ruidos, habrá que extremar las precauciones. La serie de cosas que deben hacerse con respecto del sistema de ignición pueden resumirse en la siguiente forma:

a) Colocar en el borne de entrada de cada bujía un supresor, acortando los cables tanto como sea posible [fig. 273 (a)]. Los constructores de aparatos de radio de automóvil recomiendan que los supresores no se coloquen en forma vertical, sino horizontalmente, paralelos al eje del motor.

b) El cable que desde la bobina alimenta el distribuidor debe tener en su entrada otro supresor, como indica la misma figura (cono central, más elevado que los otros).

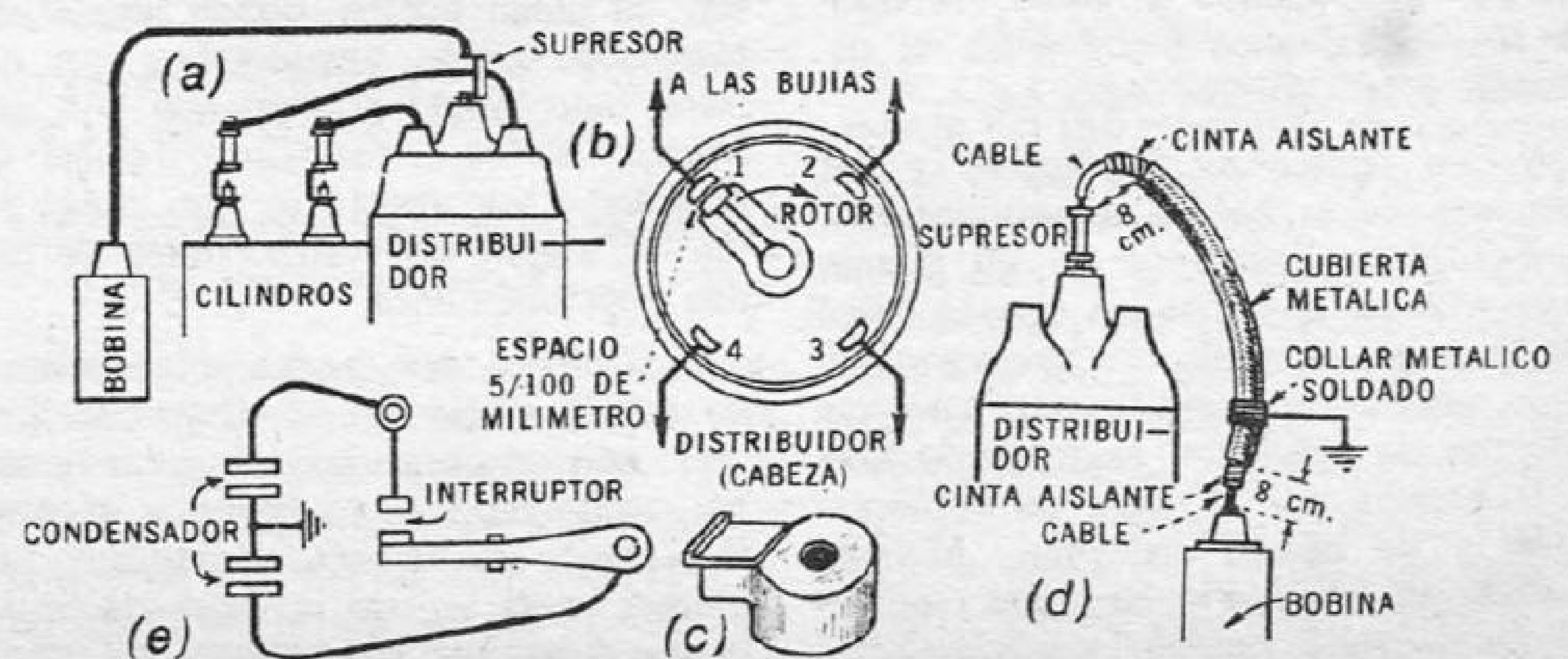


Fig. 273. Dispositivos antiparásitos cuando hay radio en los automóviles.

c) La distancia comprendida entre el rotor y los bornes donde se produce la chispa (en la cabeza del distribuidor) debe ser muy pequeña, para evitar que se produzca chispeo. En la figura (b) indicamos cuál debe ser: 0,05 mm. La mayoría de las veces es muchísimo mayor, pues los constructores de automóviles aconsejan unos 0,4 mm. En tal caso es necesario soldar una plaquita [fig. (c)], cuidando que no llegue a tocar con los bornes 1, 2, 3 y 4, pues entonces produciría un frotamiento con ruidos molestos y el consiguiente desgaste.

d) Una vez colocados los supresores, conviene probar su continuidad a la corriente continua; se puede utilizar una batería y un voltímetro, haciendo contacto entre los extremos de los cables, comprobando si la corriente pasa a través de los supresores.

e) Los cables de alta tensión, especialmente el que va desde la bobina hasta el distribuidor, la mayoría de las veces es necesario cubrirlos con revestimiento metálico, hecho con malla de cobre muy fino: absorbe las corrientes que emanan del cable y las descargan a la masa, evitando que sean conducidas al receptor [fig. (d)]. Si no consiguiese eliminar la perturbación, hay que proteger todos los cables del distribuidor a las bujías.

Es necesario dejar cierto espacio libre de cubierta metálica en los extremos del cable para que la corriente de alta tensión no produzca ninguna chispa, derivándose a tierra: la figura (d) indica unos 8 cm entre la conexión y la cubierta metálica.

f) Los cables de la dínamo y del primario de la bobina acostumbran a correr juntos, alojados en un mismo tubo. Si en el coche en que se trata de instalar la radio es así, empiece por separarlos, para evitar que los efectos de inducción sean conducidos a la batería por el cable de alimentación y de ahí al receptor. Muchas veces es necesario proteger metálicamente esos cables, conectando a masa la cubierta.

g) Si en el receptor se oye una especie de zumbido, vea si es debido al interruptor (alojado en el distribuidor de alta tensión) del circuito primario: el condensador no tiene suficiente capacidad para absorber la corriente de ruptura y es necesario colocar un condensador de mayor capacidad; si aún no se consigue eliminar la perturbación, pruebe conectar dos condensadores en serie y el punto central a masa, tal como lo indicamos en (e).

245. Arreglo de la dínamo

Las fuentes de perturbación son las escobillas, el disyuntor (relay) y los reguladores de tensión e intensidad. A veces se ha encontrado que una mala superficie de contacto entre la base de la dínamo y la masa del coche ha producido perturbaciones por la electrización de la fricción de la correa. Este caso es muy raro y su arreglo es inmediato: limpiar dichos asientos para que el contacto sea perfecto y la electrización se descargue a masa.

Se sabe si la dínamo produce perturbación en el receptor operando en la siguiente forma: se hace funcionar el receptor sin recibir ninguna estación, se pone el motor de explosión en marcha y, al cabo de unos momentos de funcionar lentamente, se acelera; si el altoparlante produce una especie de zumbido que va aumentado, la generatriz produce la perturbación. Para subsanarlo proceda de la siguiente forma:

a) Observe las escobillas y el colector. Si están sucios, deben limpiarse, bastando, quizás, repasarlos con un trapo bien limpio humedecido con gasolina. Si fuese necesario, repase el colector y las escobillas con papel de lija 00, según las instrucciones ya dadas oportunamente.

b) Coloque uno o dos eliminadores de interferencia en el disyuntor (relay): son condensadores con un terminal conectado a un borne y el otro terminal a la armadura exterior; haciendo contacto con la masa de la dínamo, descargan la corriente de ruptura al chasis (fig. 274).

Desde luego, no siempre es necesario adoptar todas las disposiciones que hemos escrito en este capítulo, pero, de todas maneras, con ellas conseguirá eliminar las perturbaciones que se acostumbran a presentar en esta clase de instalaciones. La clave consiste en dos cosas: a) absorber toda corriente variable por medio de condensadores y conducirla a la masa; b) recoger toda corriente inducida (por medio de cubiertas metálicas que envuelven a los cables perturbadores) y conducirlas también a la masa metálica, para que se descarguen en ella; c) alejar los focos de perturbación (bobina, distribuidor, cables, etcétera) del receptor, para que no sufra su influencia nociva.

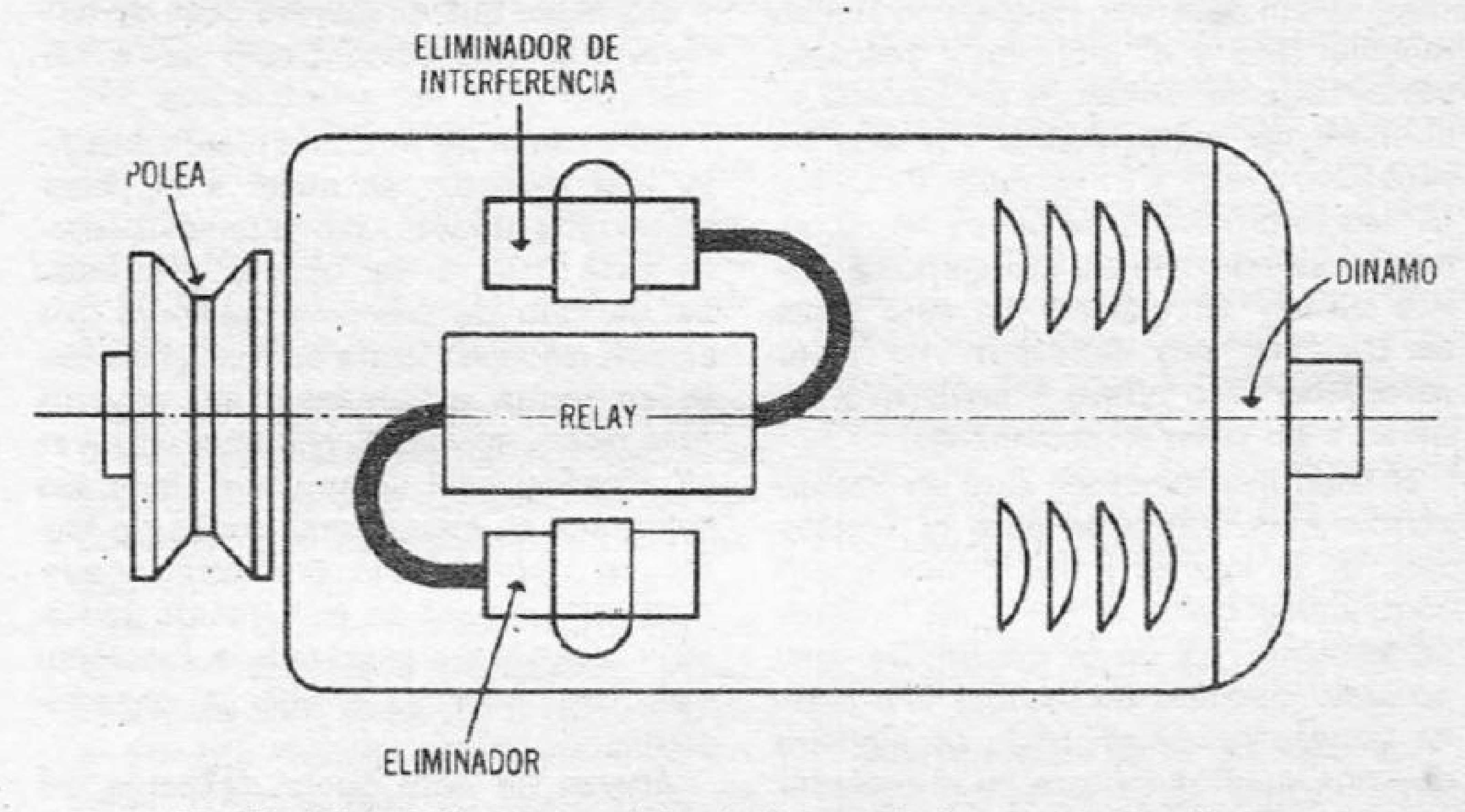


Fig. 274. Disposición para suprimir el chispeo del disyuntor de las dínamos.

PERTURBACIONES EN LA RECEPCION

246. Entretenimiento (service) de radioreceptor

Entre las causas de mal funcionamiento de esta clase de aparatos merecen citarse las siguientes:

a) Instalación deficiente del receptor, la antena o el altoparlante (altavoz) si no forma parte del mismo aparato en una sola unidad;

b) Fallas de las válvulas electrónicas;

c) Averías en el vibrador del receptor;

d) Interferencias debidas al sistema de ignición;

e) Perturbaciones producidas por los estáticos generados con la rotación de los neumáticos.

Trataremos por separado estos diversos puntos para que el electromecánico especializado en las instalaciones eléctricas de los automóviles tenga los conocimientos suficientes para mantener en buen estado el funcionamiento de los receptores instalados en los coches.

El receptor no funciona. Cuando se cierra el interruptor para poner el aparato en funcionamiento y se observa que la luz del cuadrante no se enciende ni se oye el ruido característico del altoparlante, lo primero que debe hacerse es revisar las conexiones de alimentación y ver si realmente llega la corriente de la batería; asimismo, revise el fusible que hay en el circuito.

Si la luz del cuadrante no se enciende, pero, en cambio, funciona el interruptor, entonces verifique las válvulas electrónicas, reemplazándolas una a una, a ver si puede encontrar la de-

fectuosa por eliminación; en tal caso debe ser reemplazada por otra nueva. Si esto no diese resultado, cambie el vibrador por otro nuevo y bien probado; si ahora el receptor funciona bien, ya se ha determinado la causa de la falla, restando ver si el anterior puede arreglarse (contactos sucios, etcétera).

Si las conexiones y el fusible de entrada están bien; las válvulas no tienen ninguna falla y el interruptor funciona perfectamente, entonces compruebe el altoparlante, sutituyéndolo por otro ya probado; si ahora el receptor funciona, hemos determinado la causa, no aconsejándole que intente arreglarlo, a menos de ser un experto en esta clase de trabajos, muy delicados. Lo mejor es colocar otro nuevo y enviarlo a reparar a un taller especializado.

Si todo lo enumerado está en buenas condiciones, entonces mire la instalación de la antena y vea si hay buena continuidad hasta el borne de entrada del receptor. La mejor manera de comprobarlo consiste en instalar una antena provisoria con un trozo de alambre de unos cuantos metros; si el receptor funciona, la antena del coche es defectuosa y debe arreglarse. Si todas estas pruebas no han dado resultado, entonces desmonte el receptor del coche y envíelo a un taller radiotécnico.

Funcionamiento intermitente. Si el receptor funciona en forma irregular, casi siempre la causa es debida a un mal contacto que establece e interrumpe algún circuito, debido a vibraciones mecánicas que se producen al marchar el coche.

Lo primero que debe hacerse es dar todo el volumen que permita el funcionamiento del aparato y, acto seguido, mover ligeramente las conexiones de alimentación, antena, tierra, etcétera, a ver si se observa que ahí está la causa de la anomalía; para subsanarla, apretar bien las tuercas correspondientes.

Si las conexiones están bien, golpee ligeramente con la uña del dedo índice el envoltorio cristalino de las válvulas electrónicas y vea si el aparato se pone a funcionar súbitamente; pruebe también apretarlas bien a fondo, ya que con frecuencia se aflojan de sus soportes debido a la trepidación del coche.

En caso de no obtener resultado con la prueba anterior, entonces saque todas las válvulas y reemplácelas por nuevas bien probadas; si ahora el receptor funciona, váyalas cambiando una a una hasta que el aparato cesa de funcionar, lo que indicará cuál es la válvula que debe ser reemplazada.

Otra causa de funcionamiento irregular del receptor se observa al poner en marcha el motor del automóvil cuando está frío. Si tal ocurre, y al cabo de un rato de funcionar observa que el radiorreceptor entra en funcionamiento en forma espontánea, sin ninguna otra causa aparente, entonces observe el vibrador: casi seguro que tiene sus contactos en malas condiciones; lo mejor es reemplazarlo por otro nuevo, pues este órgano es sumamente delicado y, cuando ha empezado a funcionar mal, con facilidad vuelve a desarreglarse.

Acerca de este punto debemos advertirle que la necesidad de recurrir a antenas muy pequeñas, debido a estar construidos los techos con planchas metálicas, ha obligado que los aparatos sean mucho más sensibles y, además, de gran selectividad. Esto lleva como consecuencia inmediata que la alimentación del receptor debe hacerse con una gran exactitud respecto del valor del voltaje, siendo necesario regular muy bien el dispositivo que tenga la dínamo a este fin: tercera escobilla, regulador de tensión, etcétera.

Recepción con ruidos. Haga funcionar muy despacio el motor del coche; si en estas condiciones observa que la recepción no es limpia, compruebe seguidamente el estado del vibrador del aparato, reemplazándolo por otro nuevo. Si la perturbación desaparece, cámbielo.

Un defecto bastante común en las válvulas electrónicas, que se pone de manifiesto en los aparatos transportables, es lo que se denomina el efecto

microfónico. Es debido a la ínfima distancia entre los electrodos que las componen; si sufren ligerísimos desplazamientos, se producen variaciones de la capacidad eléctrica de dicho sistema, lo cual produce pasos de corriente que se revelan en el altoparlante. Golpee ligeramente las válvulas con la uña, y si hay una válvula defectuosa, oirá en el altoparlante un silbido, crujido, etcétera, que se diferenciará del sonido que producen las válvulas buenas.

Otra causa de ruidos son las conexiones flojas: con la trepidación del coche producen crujidos muy fuertes. Revise todas las conexiones exteriores e interiores del receptor y vea si observa alguna que esté floja.

Interferencias diversas. En los coches totalmente metálicos ha sido necesario instalar antenas de dimensiones minúsculas, lo cual ha traído como consecuencia que los constructores de aparatos de radio se hayan visto obligados a hacer receptores sumamente sensibles para compensar la disminución de la energía captada por las nuevas antenas. Este exceso de sensibilidad es perjudicial, sobre todo en un aparato instalado en un automóvil, por las numerosas perturbaciones eléctricas que se producen y que forzosamente son acusadas por el receptor.

Las diversas interferencias que afectan al aparato de radio de un automóvil son debidas, en primer término, al sistema de ignición del motor; luego, a la dínamo, si produce chispeo el colector; además, hay que tener en cuenta las rupturas producidas por los interruptores, vibradores, etcétera, y finalmente, las perturbaciones ocasionadas por la carga eléctrica que se genera en los neumáticos a consecuencia de su frotamiento sobre el camino.

A todo esto hay que añadir que los receptores modernos vienen equipados con control automático de volumen, que consiste en una válvula electrónica interpuesta en la cadena de válvulas del receptor; actúa de tal forma que, cuando la recepción disminuye, amplifica más, y, en cambio, cuando aumenta la recepción, pasando de cierto nivel, amplifica menos, obteniéndose así una autocompensación de la recepción radiotelefónica. Ahora bien, si es verdad que este dispositivo asegura un nivel de recepción casi constante a pesar de las fluctuaciones que puedan sufrir las ondas electromagnéticas que capta la antena, en cambio ofrece el gravísimo inconveniente de que cuando se pasa por sitios donde la intensidad de recepción es ínfima o nula (cuando se viaja cerca de montañas, debajo de arboledas, etcétera), en esos momentos el control automático de volumen actúa dando una amplificación máxima y, evidentemente, las interferencias debidas a las perturbaciones de los sistemas eléctricos del automóvil son máximas. No todo son desventajas: el electromecánico experto sabrá sacar provecho de este efecto sintonizando el receptor en un punto que no se reciba ninguna estación; la sensibilidad del aparato será entonces máxima y podrá localizar las causas de las perturbaciones.

Interferencias de la ignición. Para localizar si el receptor capta perturbaciones debidas al sistema de ignición, desconecte la antena; si desaparecen totalmente o en gran parte, lo evidencia. En este caso debe recurrir a hacer los arreglos que hemos indicado oportunamente.

Si a pesar de tener la antena desconectada sigue la interferencia, entonces es casi seguro que se recibe a través de la conducción metálica del chasis; revise las conexiones que unen los diversos circuitos con la masa del coche. Observe si todas las conexiones están bien apretadas, sin estar corroídas por el óxido o sucias. Si persiste la interferencia, examine todas las uniones de las tuberías de agua y aceite; es necesario que hagan buena conexión a la masa; pruebe de hacer contacto entre las partes sospechosas y el chasis con un trozo de alambre; si desaparece, ahí está el defecto; límpielo o haga un puente con un alambre.

Revise ahora todo el sistema de ignición, según las instrucciones ya da-

das, especialmente la distancia entre el motor y los contactos que interconectan las bujías (mediante los correspondientes cables). Inspeccione la solidez de las conexiones bajo tuerca; compruebe los supresores; revise que las bujías no hagan descargas con la cubierta metálica de los cables; revise el cable del motor de arranque y demás conductores que puedan conducir corrientes inducidas al receptor; en caso de duda, póngales cubierta metálica conectada a la masa del chasis.

Interferencias del generador. Para saber inmediatamente si la dínamo causa interferencias, ponga el motor del coche en funcionamiento, acelere a fondo y entonces interrumpa la ignición, girando la llave del tablero; si siente en el altoparlante el ruido de la interferencia que molestaba, y que va decreciendo a medida que disminuye la velocidad de la dínamo, hasta desaparecer totalmente al pararse, es señal casi segura de que la generatriz es la causante de la perturbación.

La causa acostumbra a ser el estado del colector y las escobillas; límpielas muy bien y vuelva a probar, poniendo otra vez el motor en marcha y cortando luego la ignición; si desaparece, ya se ha localizado la falla, si persiste, instale uno o dos condensadores según le indicamos.

Interferencias de los neumáticos. Para determinar si son la causa de una perturbación que se oye en el altoparlante como un ruido constante, con chasquidos, opere de la siguiente forma: yendo por una carretera de cemento, haga marchar el coche a bastante velocidad, entonces desembrague y corte la ignición; si sigue produciéndose el ruido, es casi seguro que la electrización de los neumáticos es la causa. Coloque espirales en los cubos de las ruedas delanteras (y a veces también en las traseras) y vea si desaparece la perturbación. En fin, para probar si los causantes del ruido son los neumáticos se hacen algunos trazos (con lápiz grueso) sobre su superficie, que alcancen hasta la parte metálica de la rueda, para que las cargas eléctricas vayan a tierra; si la perturbación desaparece, es prueba segura que los neumáticos eran la causa. Las rayas de grafito conductoras, han descargado las cargas eléctricas.

Capítulo XXVIII

FAROS Y LUCES

247. El sistema de alumbrado

La iluminación de un automóvil puede dividirse en tres partes: a) alumbrar la carretera; b) diversas señales luminosas; c) iluminación del interior del coche. Las secciones a) y b) están regidas por reglamentos y hay que ajustarse a sus condiciones; la sección c), en cambio, depende, en gran parte, de su precio.

El mínimo de luces y señales se representa esquemáticamente en la figura 275. La corriente de la batería llega al tablero y en él, mediante un sistema de interruptores y conmutadores, se pueden encender y apagar las distintas lámparas, faros y señales luminosas. Vemos que el conjunto de la instalación mínima se compone de:

a) Dos faros, cuya finalidad es asegurar la iluminación del camino, tanto cuando se viaja por la ciudad como por carretera.

b) Dos lámparas laterales, de relativamente poca potencia, para señalar la presencia del vehículo cuando circula por lugares que no requieren los faros encendidos o cuando el coche está detenido. Estas dos lámparas sirven, asimismo, para señalar la amplitud del coche a los conductores de vehículos que vienen en sentido opuesto. Por esto, a las lámparas laterales también se las denomina luces de estacionamiento, de ciudad o de posición.

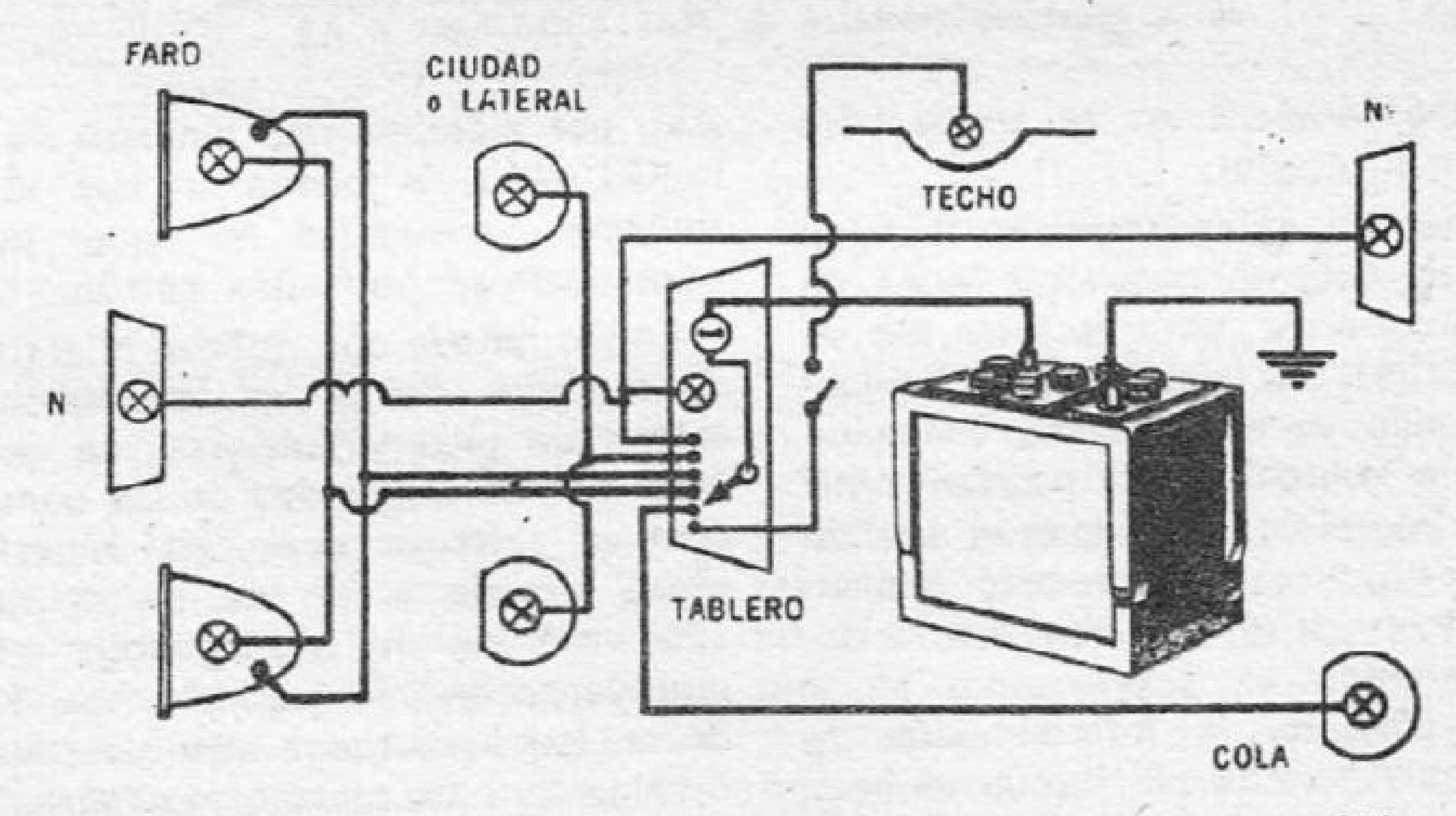


Fig. 275. Esquema simplificado del sistema de alumbrado de un automóvil.

c) Una o varias luces se colocan en el tablero de control para alumbrar los instrumentos: amperímetro, velocímetro, indicador del nivel de combustible, etcétera.

d) Una lámpara en cada placa indicadora de matrícula del coche. En algunos autos esta misma lámpara sirve para iluminar la chapa de atrás y señalar la luz roja reglamentaria; no obstante, se acostumbra a que estas dos lámparas sean separadas (fig. 276).

248. Potencia lumínica

La intensidad de la luz se mide con una unidad llamada bujía. El tipo de la bujía patrón reúne condiciones bien definidas para asegurar una misma cantidad de luz en cualquier circunstancia.

El significado de la potencia lumínica en las lámparas es saber el número de bujías que se necesitarían para producir la misma cantidad de luz.

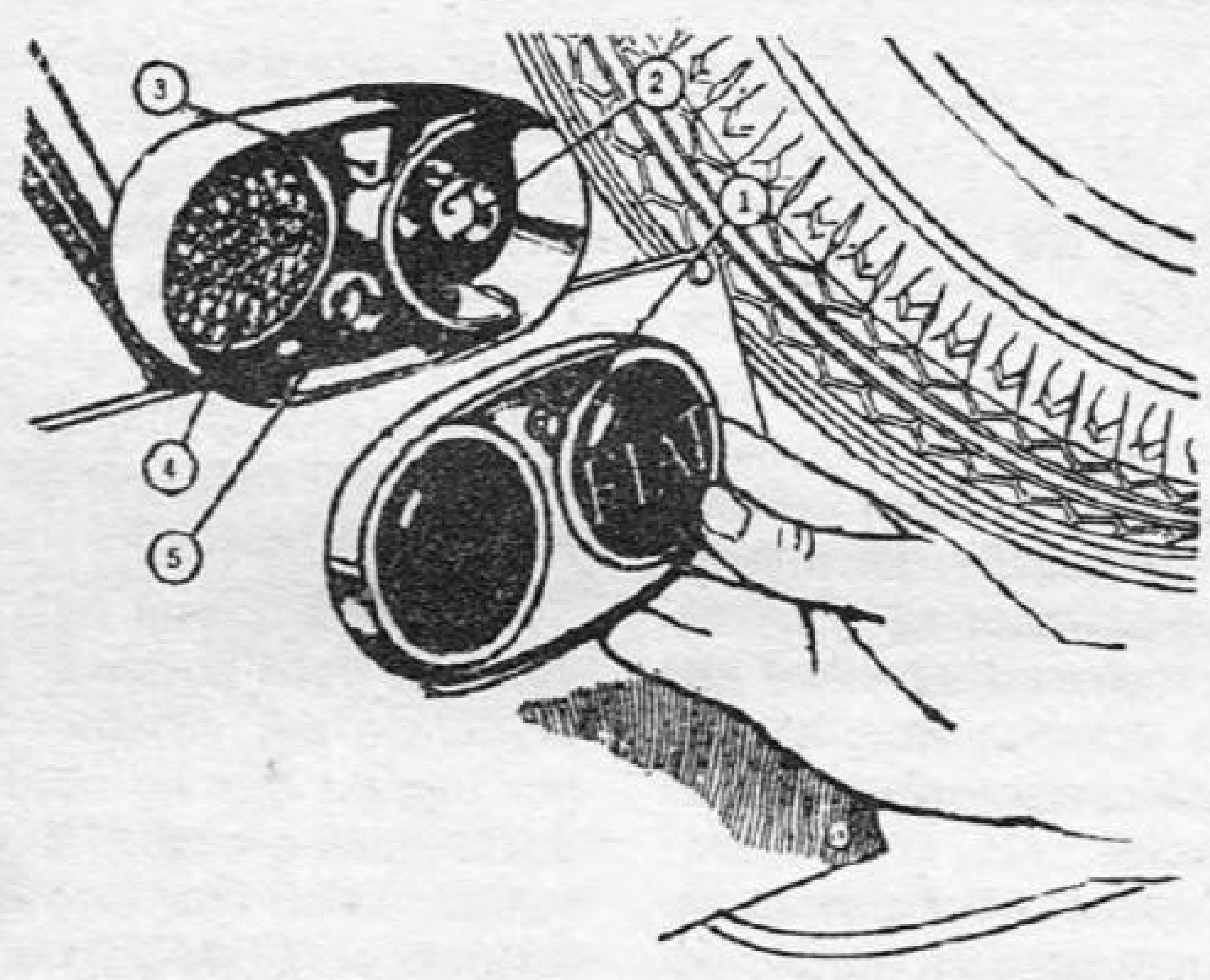


Fig. 276. Farol de cola y "pare": (1) tornillo de sujección; (2) lámpara indicadora de "pare"; (3) brida de fijación de la tapa; (4) vidrio frangente; (5) lamparita de iluminación de la matrícula (cortesía de FIAT ARGENTINA S. A.).

e) Una lámpara en el techo para iluminar el interior.

Además de estas luces, se instalan otras. Se colocan pequeños focos en los guardabarros, para facilitar los virajes; detrás del coche, que se encienden cuando va a detenerse, avisando así a los vehículos que pueden venir detrás; laterales, que avisan el sentido en que va a seguir el auto cuando desea doblar a la izquierda o a la derecha, etcétera.

Generalmente, la interconexión de todo el sistema de alumbrado se hace con un solo conductor que, partiendo del tablero, va a las diversas lámparas o grupos de luces alimentados en paralelo: los faros, las lámparas laterales de estacionamiento y las instaladas en la parte posterior del coche.

Así, por ejemplo, una lámpara de 100 bujías emite la misma luz que si estuviesen encendidas en aquel punto esta cantidad de bujías patrón.

En los países que utilizan el sistema de medidas donde las longitudes se miden en pies y pulgadas, se define la unidad de intensidad de luz como la que se obtiene sobre una superficie plana situada a un pie de distancia (305 mm) de una bujía patrón; es lo que denominan la bujía-pie, que sirve de unidad para todos sus cálculos de iluminación. En cambio, en los países que emplean el sistema métrico decimal, la unidad de intensidad lumínica es el lumen; representa la cantidad de luz que recibe una superficie de un metro cuadrado de una esfera de un metro de radio con una bujía colocada

en el centro. La bujía-pie equivale a 10,76 lumens.

Es. interesante observar que las superficies aumentan con el cuadrado de la distancia que las separa de un punto de origen. Así, por ejemplo, si a un metro de distancia de un punto 0 colocamos un cuadrado que tenga 10 cm de lado, o sea, un decímetro cuadrado, a 2 m de distancia la superficie interceptada por la proyección es de $2 \times 2 = 4$ dm², a 3 m de distancia intercepta una superficie de $3 \times 3 = 9$ dm², y así sucesivamente, es decir que el área de esas superficies es proporcional al cuadrado de la distancia que las separa del punto de origen 0 (fig. 277).

Si en el punto 0 se coloca una fuente luminosa de 36 bujías, veamos lo que sucede. Evidentemente, la misma demuestra que la superficie de 4 dm², si bien es verdad que recibe la misma cantidad de energía luminosa que la que pasa por la de 1 dm² situado a 1 metro de 0, como ahora debe distribuirse entre 4 dm², cada uno de ellos sólo recibirá la cuarta parte de la luz que recibe la primera superficie. Es fácil demostrar que a 4 m de distancia la proyección intercepta una superficie de 16 dm²; que a 5 m la superficie interceptada es de 25 dm²; a 6 m, 36 dm², y así sucesivamente, multiplicando siempre por sí misma la distancia desde la fuente luminosa.

Conviene aclarar que la luz no se amortigua o decrece en razón inversa del cuadrado de la distancia desde el foco luminoso; ¡no! Lo que sucede es que al aumentarse la superficie, en virtud de lo demostrado en la figura 277, la misma cantidad de luz debe repartirse y, por lo tanto, disminuye en intensidad. En efecto, bastaría reunir en la superficie de 1 dm² la luz que reciben los 16 dm² situados a 4 m del punto 0 para que las 36 bujías, concentradas, lo iluminasen con la misma intensidad que la superficie de 1 dm² situada a 1 m del punto de origen 0. En este principio de orientar la luz en una pequeña superficie se funda la iluminación a distancia, lo

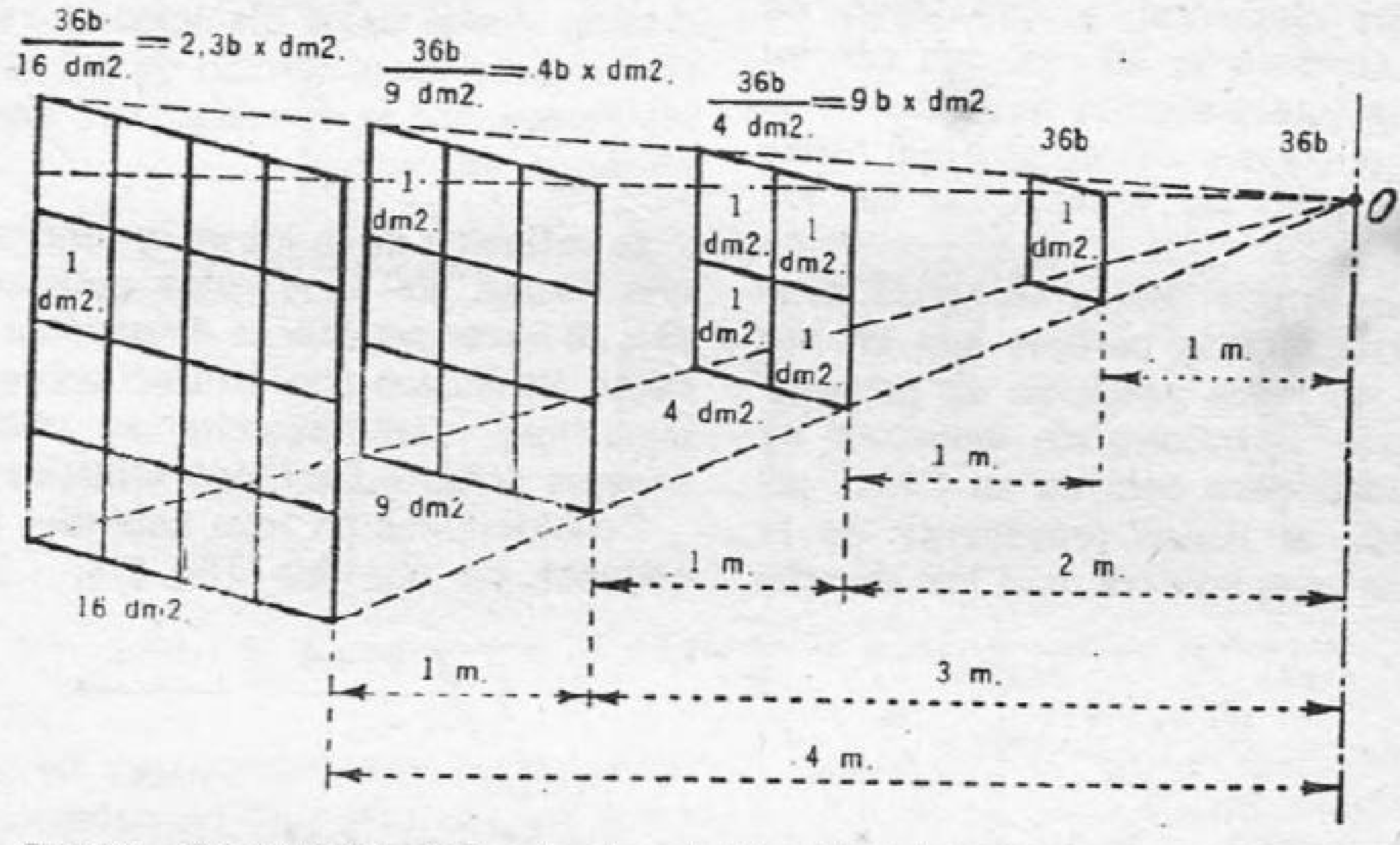


Fig. 277. Demostración gráfica de cómo la intensidad de la luz decrece con el cuadro de la distancia desde el foco, no porque la energía luminosa se pierda, sino debido a que se extiende sobre una superficie mayor.

cantidad de luz pasará a través de la primera superficie, de 1 dm², que por la tercera, de 9 dm²; por lo tanto, en esta última pantalla, la luz debe distribuirse en nueve veces más de superficie y, por consiguiente, cada una de ellas recibirá la novena parte de luz que la primera, de 1 dm². Esto significa que la intensidad lumínica decrece o disminuye inversamente con el cuadrado de la distancia que la separa del foco. Un razonamiento similar nos

cual se consigue: a) mediante lentes que concentren la luz; b) con espejos que envían los rayos luminosos paralelamente en vez de propagarse en forma divergente, como indica la figura 277.

Tan efectivo es este sistema de concentrar la luz a distancia y tan poco se amortigua ésta, que los faros para servir de guía a la navegación marítima acostumbran a tener por toda fuente de iluminación una lámpara de querosene (semejante a las de uso casero) y, no obstante, con un sistema de lentes de haz luminoso es netamente visible a distancias que varían entre 30 y 50 km, y mucho mayores aún.

249. Leyes de la luz

Conviene saber, aunque sea en forma muy elemental, a qué leyes de física obedece la luz, ya que con su correcta interpretación se obtiene una mayor eficiencia del empleo del sistema eléctrico de iluminación de los coches.

Según lo que hemos explicado anteriormente, podría parecer que un haz de luz de rayos paralelos se propagaría hasta el infinito sin disminuir de intensidad, pero esto no es cierto, sobre todo si deben propagarse en el seno de la atmósfera, que los absorbe debido a las impurezas que flotan, especialmente en las carreteras (polvo, residuos gaseosos de los coches, etcétera).

La absorción es, por lo tanto, la causa principal que produce la disminución de la intensidad lumínica de los faros. Basta con observar, cuando se va detrás de otro coche, cómo se acorta la distancia de carretera iluminada debido a la absorción que produce a los rayos luminosos la opacidad de los gases que expele el auto delantero. En tiempo de neblina se llega a la situación que incluso impiden totalmente la visibilidad, absorbiendo la luz de los faros a distancia muy cortas. Asimismo, si en las carreteras de tierra ha pasado previamente otro coche, se observa que la distancia a que alcanza la luz de los faros es sumamente reducida. Todos estos ejemplos se refieren a casos de absorción de los rayos luminosos por la opacidad del medio, es decir, del aire.

La reflexión de la luz es la propiedad que tienen las superficies pulimentadas de hacer cambiar la dirección a los rayos luminosos que inciden sobre su superficie. Generalmente se utilizan espejos como superficies reflectoras.

Consideremos un rayo luminoso procedente de una luz (fig. 278). Este

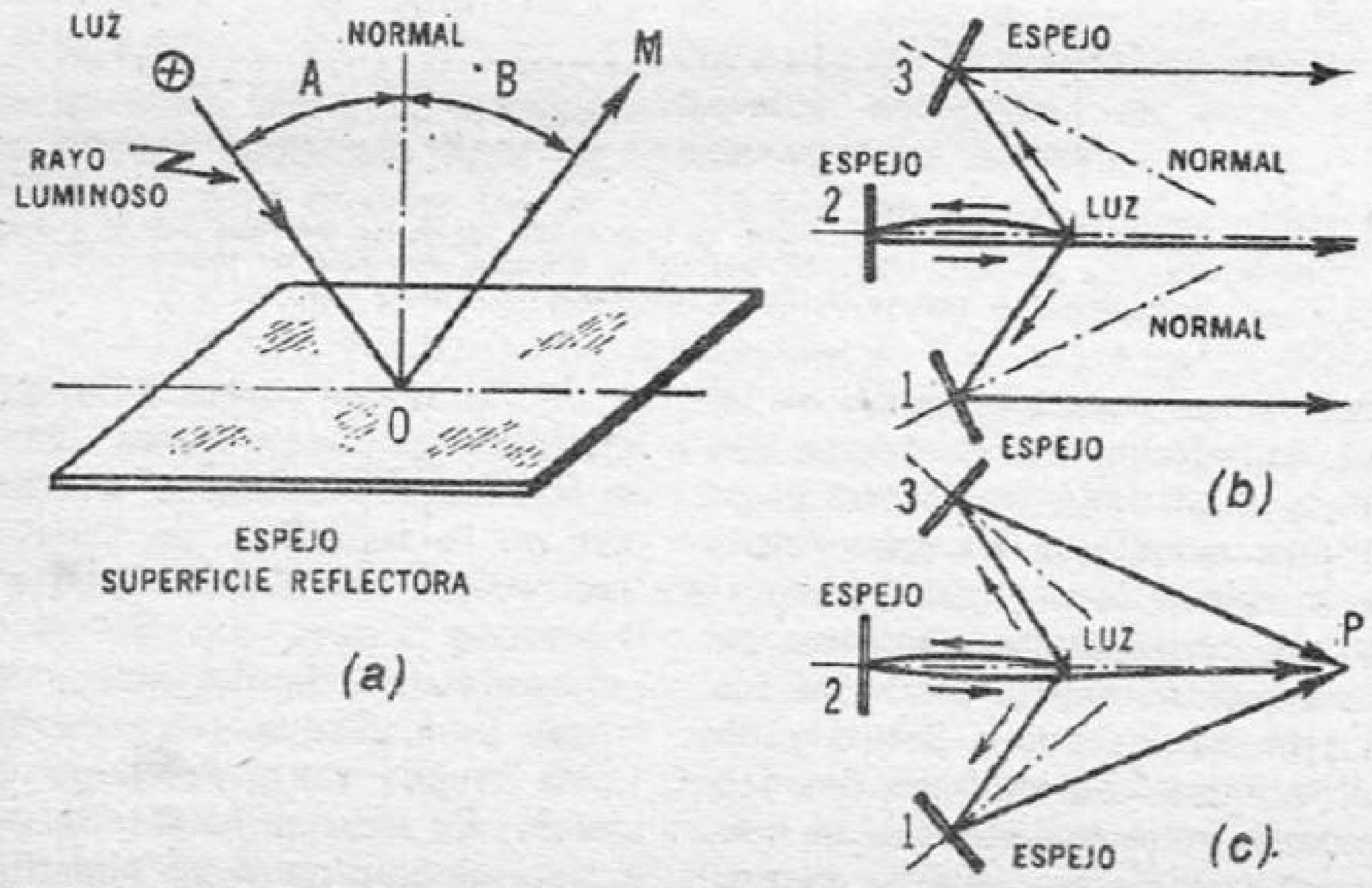


Fig. 278. La luz se refleja de forma que el ángulo de incidencia es igual al de reflexión, ambos situados en un mismo plano, perpendicular al de reflexión.

rayo, al llegar sobre la superficie reflectora, produce el efecto de un verdadero impacto de energía luminosa, algo así como una bola cuando toca una de las paredes de un billar; de ello resulta que el haz luminoso es expedido según la dirección OM, de forma tal que el ángulo A (llamado ángulo de incidencia) es igual al B, denominado ángulo de reflexión: ambos están situados en un mismo plano, perpendicularmente a la superficie reflectora. La línea que separa los ángulos A y B (denominada bisectriz del ángulo total) es también perpendicular a la superficie reflectora; a esta línea se la llama normal.

La aplicación práctica de la reflexión de la luz la encontramos en los espejos o reflectores, cuya misión es enviar rayos luminosos paralelos concentrados en un punto. Es así que en (b) de la figura 278 la luz envía rayos paralelos debido a la adecuada disposición de los espejos, 1, 2 y 3; en cambio, (c),) en una pequeña variación del ángulo de incidencia hace que los tres haces reflejados se concentren en un punto P. Lo que acabamos de explicar lo utilizan los faros para a) enviar la luz a gran distancia; b) con luces cruzadas; c) de corto alcance.

La refracción es la desviación que experimentan los rayos luminosos cuando atraviesan cuerpos transparentes de distinta densidad, como sucede al pasar del aire al cristal; del aire al agua, etcétera.

Los efectos de refracción se emplean también en los faros para orientar los rayos luminosos paralelos que envía el espejo reflector. Así se consigue que el haz de luz se proyecte iluminando el suelo, proyectándose de manera que no alcance la altura de la vista del conductor; con esta disposición los coches que vienen en sentido contrario son iluminados sólo en su parte inferior, hasta una altura de menos de un metro, con lo que el conductor del vehículo que viene hacia nosotros se vea deslumbrado por la luz de nuestros faros.

La figura 279 resume gráficamente los fenómenos de refracción utilizados en los faros. En (a) indica una lámina de cristal de caras paralelas: si el rayo de luz incide perpendicularmente en su superficie, el rayo sale en la misma dirección, sin sufrir desviación alguna. En (b) vemos que el rayo de luz incide con un cierto ángulo A: si el cristal es de láminas paralelas, el rayo luminoso sale del cristal formando un ángulo A, llamado de refracción, igual al de incidencia; el rayo refractado sólo ha experimentado una traslación, pero corre paralelamente al rayo incidente. En (c) y (d) indicamos lo que sucede cuando las caras del cristal no son paralelas: en ambos casos, el rayo refractado tiene una desviación con respecto al rayo incidente. El ca-

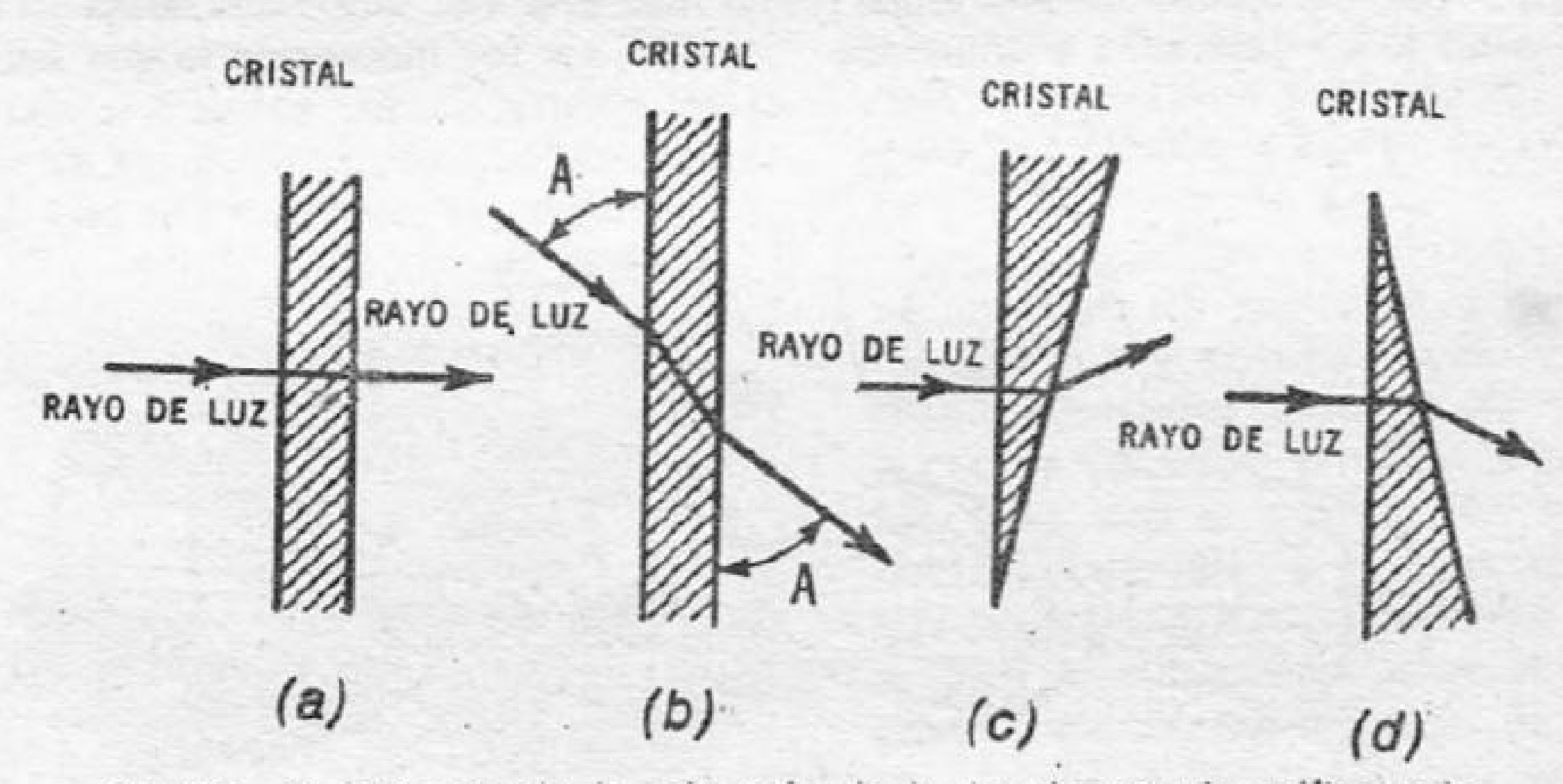


Fig. 279. El fenómeno de la refracción de la luz demostrado gráficamente.

so (d) se emplea para inclinar hacia abajo los rayos proyectados por el reflector, evitando así el deslumbramiento de conductores y transeúntes. Esto se consigue por la forma que tienen los cristales de los faros.

La difusión es el fenómeno que se produce cuando hay una fuente luminosa que propaga la luz en todas direcciones.

250. Espejos parabólicos

Como aplicación de la reflexión de la luz, demostramos [fig. 278 (b)], cómo mediante tres espejos se consigue enviar otros tantos haces de luz paralelos. Si en vez de tres espejos colocamos muchos, dispuestos de tal forma que los rayos reflejados en sus superficies sean todos paralelos a una línea de eje AB (sobre la cual está situado el punto F), conseguiremos un potente haz de luz, desde el momento en que será la suma de las radiaciones luminosas que difunde el foco luminoso F.

La superficie reflectora que permite obtener este resultado se denomina parábola[1], representada en la figura 280, por lo cual a los espejos utilizados en los faros se los llama parabólicos. El espejo parabólico está construido en forma circular alrededor del eje AB; su forma se asemeja mucho a la parte puntiaguda de un huevo de gallina. Se lo denomina paraboloide de revolución, aunque se ha generalizado denominar espejos parabólicos a las superficies reflectoras de los faros de automóvil.

Consideremos lo que sucede cuando se desplaza la fuente luminosa del punto focal F.

En la figura 280 (b), colocándose la luz en el punto F, todos los rayos reflejados son paralelos; es el caso utilizado en los faros cuando la luz se proyecta a grandes distancias. En (c), la luz se ha desplazado, alejándola del reflector: los rayos luminosos reflejados convergen en un punto. Esta propiedad se utiliza para proyectar la luz de los faros a corta distancia y recibe el nombre de luces cruzadas. Finalmente, en (d) indicamos lo que sucede cuando la fuente luminosa se coloca (siempre sobre la línea de eje AB) entre el punto F y el espejo: resulta una difusión divergente de luz; este efecto es señal de que la lámpara se ha desplazado de su posición correcta.

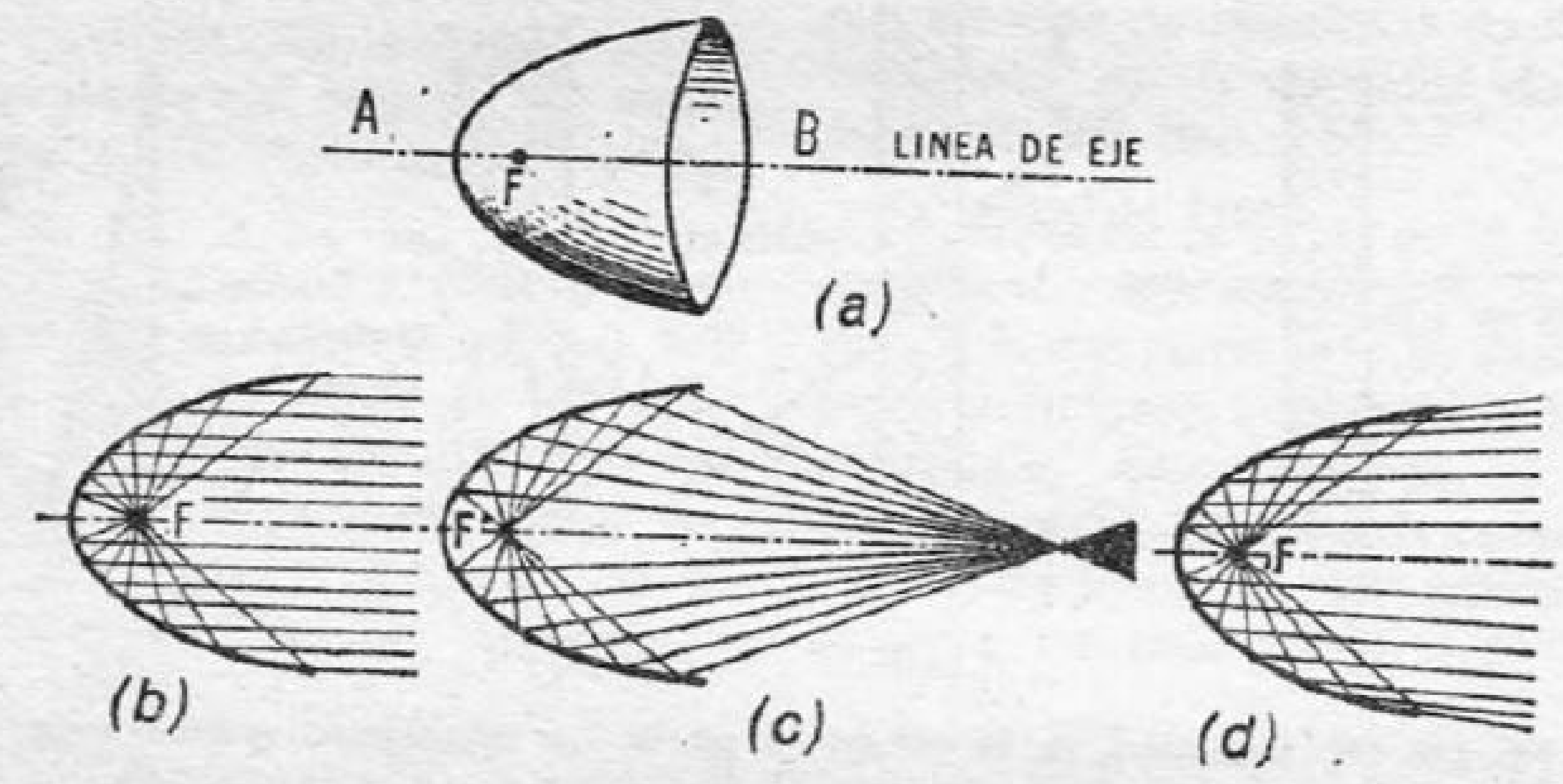


Fig. 280. Paraboide de revolución. Forma de las superficies reflectoras de los faros de automóvil.

Es necesario observar que, siendo el punto F un lugar sumamente pequeño (teóricamente, es un punto, sin dimensiones), resulta que es necesario ajustar bien la posición de la fuente luminosa. Además, ha sido necesario construir los filamentos de esta lámpara de manera que las dimensiones del foco de luz fuesen lo más peque-

1 Ver nuestra *Geometría Industrial*. Al estudiar el paraboide se aplica este principio, calculándose el área de un reflector de faro de automóvil.

ñas posibles. Hasta el espesor del filamento tiene influencia; en efecto, aunque el centro del filamento esté en el punto F, hay que considerar un desplazamiento de un radio de filamento hacia adelante y hacia atrás del punto focal F; esto produce algo de efecto de convergencia y difusión de la luz.

251. Faros

Deben iluminar la carretera a una distancia de más de 100 m y evitar el deslumbramiento a los conductores de coches que vienen en dirección opuesta. Asimismo, exigen los reglamentos que las partes laterales queden lo suficientemente iluminadas para que las personas que van a pie se percaten de la presencia del vehículo sin encandilarse.

Los elementos que componen los faros de los automóviles son los siguientes (fig. 281): a) lámpara incandescente; b) dispositivo para colocar a foco la lámpara; c) reflector parabólico; d) lente o cristal delantero; e) armazón o caja del faro.

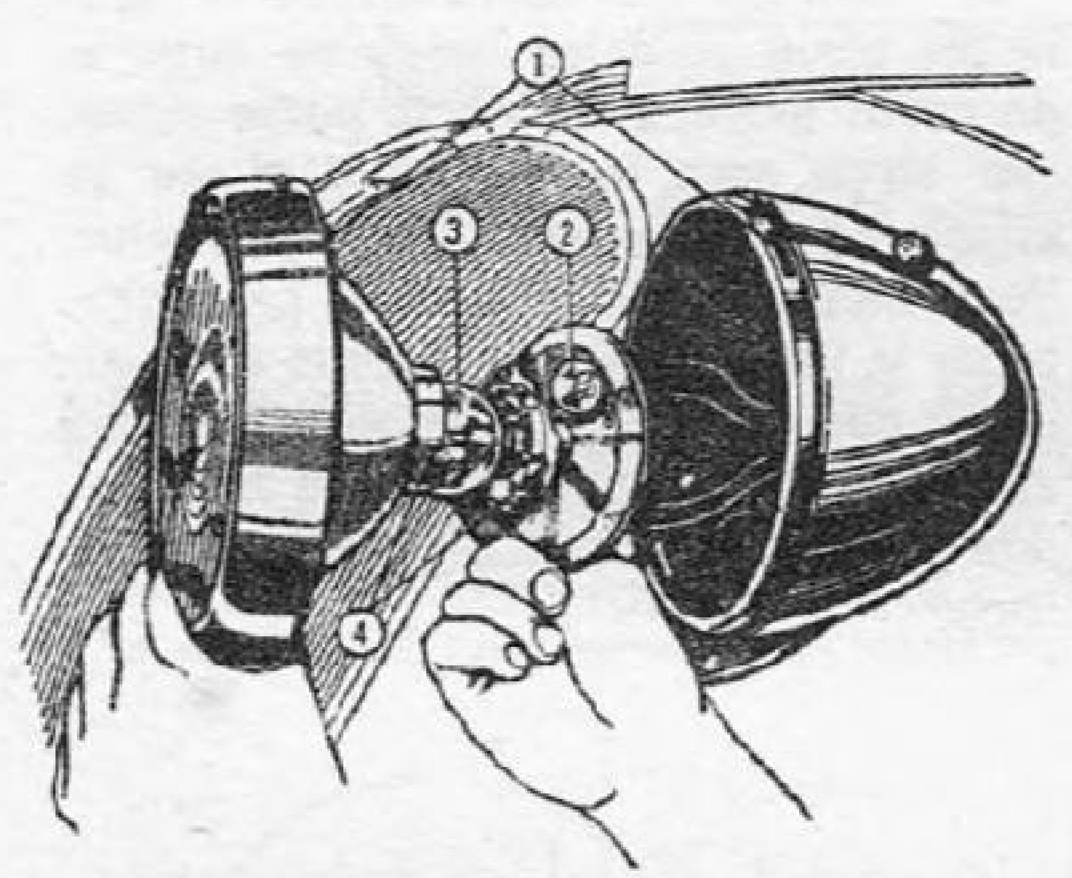


Fig. 281. Faro delantero: (1) gancho y ranura para el cierre del faro; (2) bombilla para la luz de población; (3) bombilla de doble filamento, para luz de carretera y de cruces; (4) gancho y pequeño muelle para sujetar el portabombillas (cortesía de FIAT ARGENTINA S. A.).

En los coches antiguos es necesario ajustar estos distintos elementos para obtener la iluminación máxima en la carretera. Desde 1934 se ha introducido una serie de innovaciones que han dado por resultado una simplificación extraordinaria: fue cuando aparecieron las lámparas de foco fijo. Los autos que han salido desde el año 1940, ya vienen equipados con una unidad sellada y ajustada de fábrica, que se coloca en el armazón, quedando sólo por ajustar la orientación del faro.

En el año 1942, entre 18 de los mayores fabricantes de automóviles de los Estados Unidos, 15 ya adoptaron la unidad **Sealed Beam** (pronúnciese: **síled bim**), que quiere decir haz sellado, cuyo objeto es emitir un haz de luz invariable.

El **sealed beam** se compone de una unidad que comprende los siguientes elementos: 1) el espejo reflector; 2) el cristal delantero, formando un sistema de lentes; 3) dos lámparas para obtener la combinación de luces; 4) dispositivo especial para el cierre hermético del cristal y el espejo; 5) sistema de fijación y ajuste de la unidad con el armazón del faro.

Esta unidad ha resuelto totalmente el problema de los faros de los automóviles, pues estando éstos ya totalmente ajustados, todo queda reducido a colocarlos en el armazón y orientarlos para que el haz de luz tenga la debida dirección, lo cual se consigue con una facilidad extraordinaria gracias a unos tornillos especiales colocados en el exterior del armazón de los faros. La figura 282 representa tres tipos de faros.

252. Faros para la neblina

El inconveniente que ofrece la niebla es que las gotitas de agua en suspensión que hay en el aire reflejan los rayos luminosos que emiten los faros, llegando así a los ojos del conductor, impidiéndole la visibilidad. En los países donde abunda la neblina se ha estudiado a fondo este grave problema de tránsito, resolviéndolo, en gran parte, gracias a haber adoptado lámparas de luz amarilla (que penetran más profundamente en la neblina) y proyectando el haz luminoso en forma de semicírculo: el arco contra el suelo y la parte plana al mismo nivel que los faros. De

esta forma se ilumina una buena distancia, asegurando una aceptable visibilidad al conductor sin que le molesten efectos de reflexión de la luz, por pro-

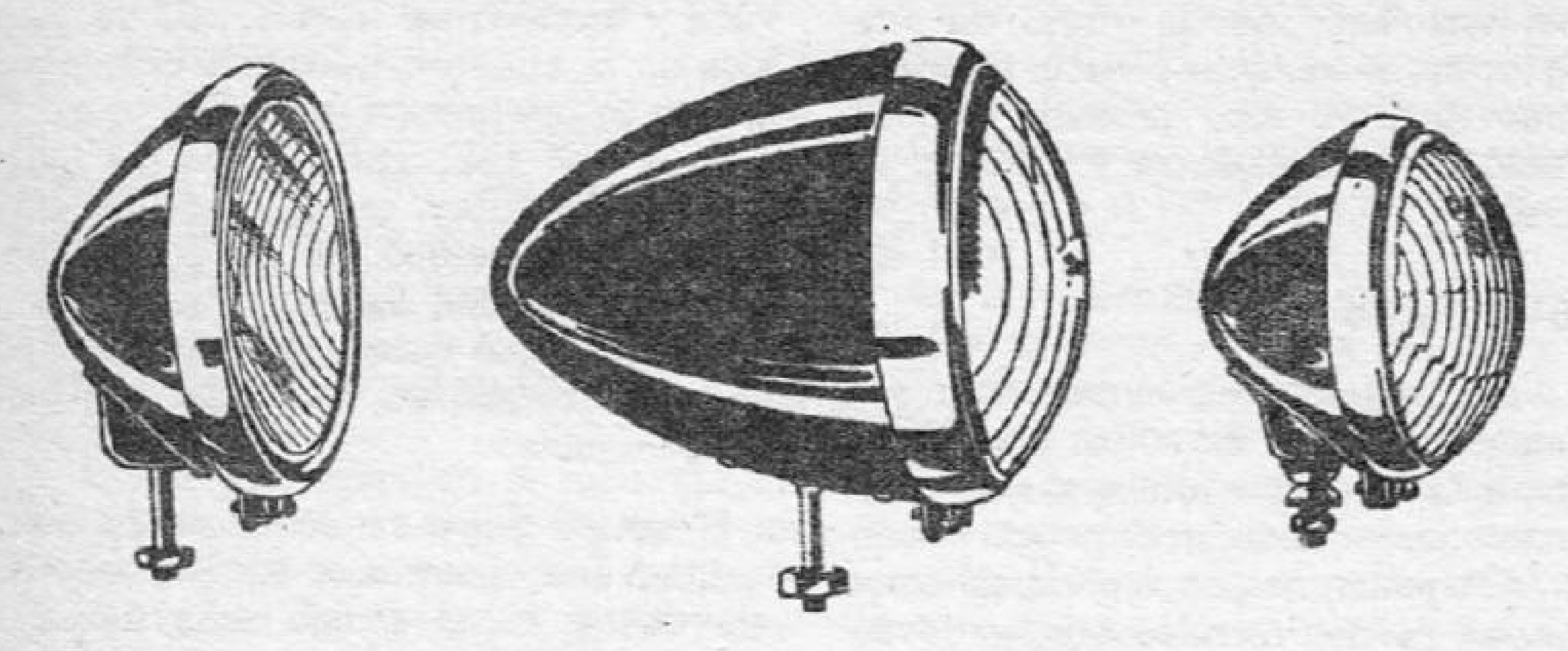


Fig. 282. Tres tipos de faros de fabricación europea.

pagarse a muy poca altura sobre el suelo (fig. 283).

Gracias a esta doble disposición (luz amarilla y haz lumínico semicircular) se ha conseguido construir faros para la neblina que permiten transitar a velocidades moderadas en condiciones atmosféricas que antes imposibilitaban totalmente el tráfico.

253. Disyuntor para los faros

Con su empleo se obtiene una mayor eficiencia en la luz de los faros, debido a que se suprimen los conductores que unían la batería con el interruptor de luces y éste con los faros. Con el disyuntor es un circuito auxiliar el que actúa el funcionamiento de este mecanismo, estableciéndose entonces directamente el circuito desde la batería a los faros mediante cables de sección adecuada que ocasionan una muy pequeña caída de tensión; disponiendo de más tensión que antes, los faros producen más luz.

El disyuntor representado en la figura 284 sirve para las luces de largo y de corto alcance; el de la parte superior sirve para la ciudad, y el de la inferior, para el campo. Cada disyuntor lleva incorporado un fusible para proteger la instalación y los faros de cualquier circuito accidental, estando los circuitos de los electroimanes accionados por el dispositivo de mando de las luces.

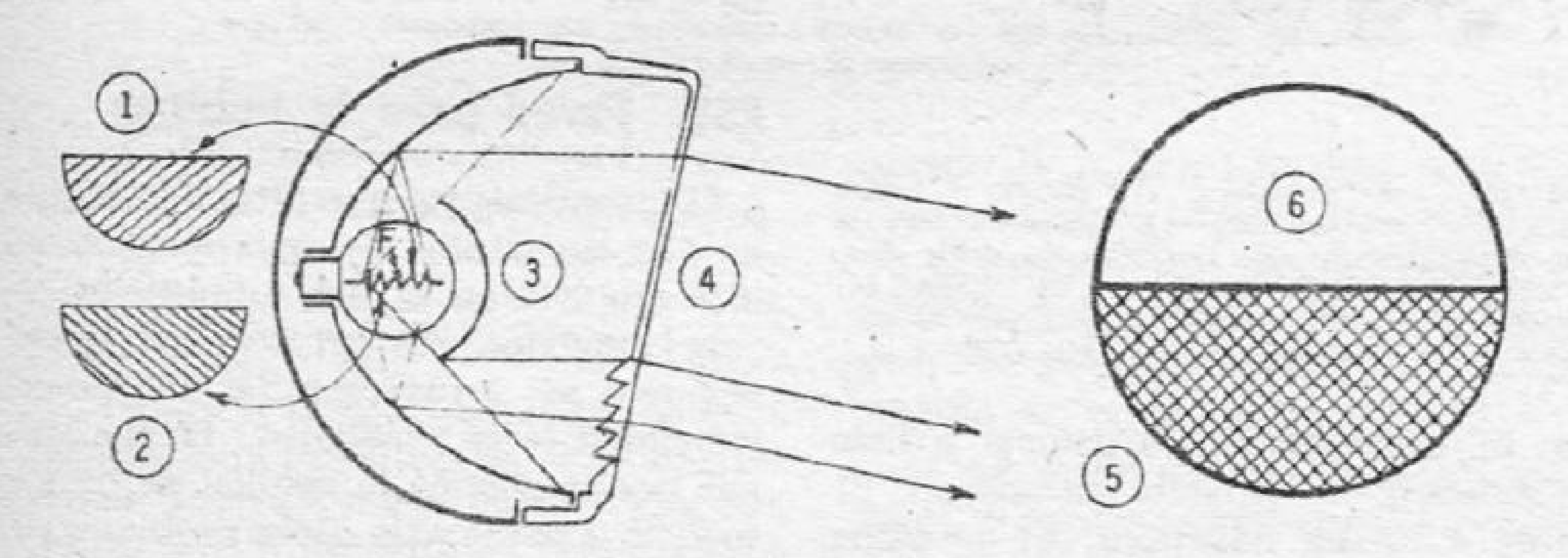


Fig. 283. Representación esquemática de los faros contra la neblina: (1) y (2) luz; (3) pantalla; (4) vidrio; (5) sector iluminado; (6) sombra.

El cuidado y ajuste de estos disyuntores es similar a los ya estudiados con los reguladores de las dínamos.

254. Tipos de lámparas incandescentes

En la iluminación de los automóviles se emplean varios tipos de lámparas, relativamente pocos si se comparan ra del tipo generalmente adoptado, con un contacto en la base y otro lateral; la figura (b) ilustra otro tipo similar, pero con dos contactos, ambos en la base. Estas lámparas concentran la luz en el mínimo de espacio posible, por

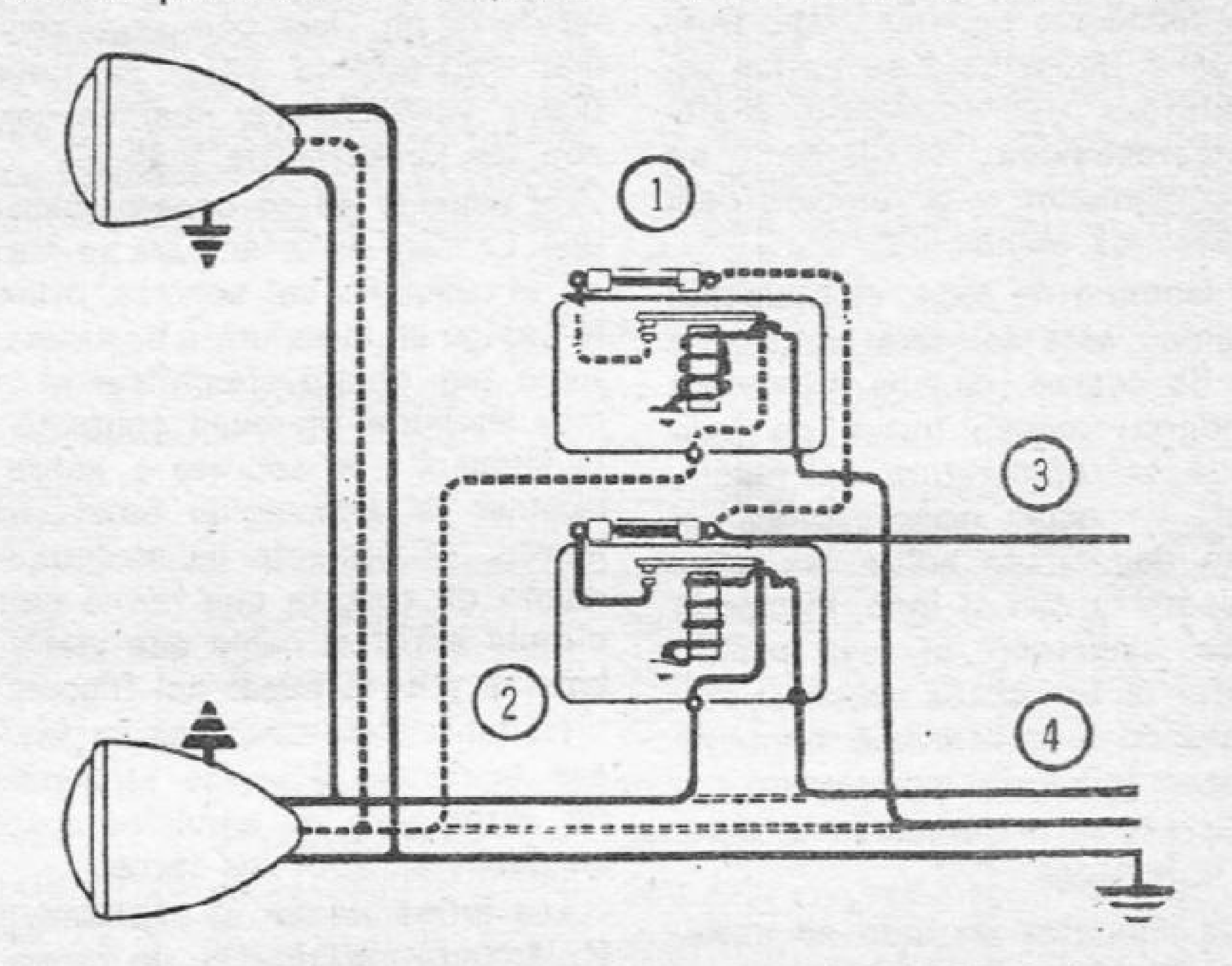


Fig. 284. Disyuntores especiales para cerrar el circuito de los faros (cortesía DELCO-REMY).

con la multiplicidad que antes se utilizaban en los distintos modelos de coches. Actualmente todas funcionan a una tensión comprendida entre 6 y 8 V. La figura 285 (a) representa una lámpa- cuyo motivo se las denomina lámparas con filamento puntual o de un punto.

Los faros con **lámparas de iodo** con un positivo adelanto tanto por la mejor iluminación que producen como

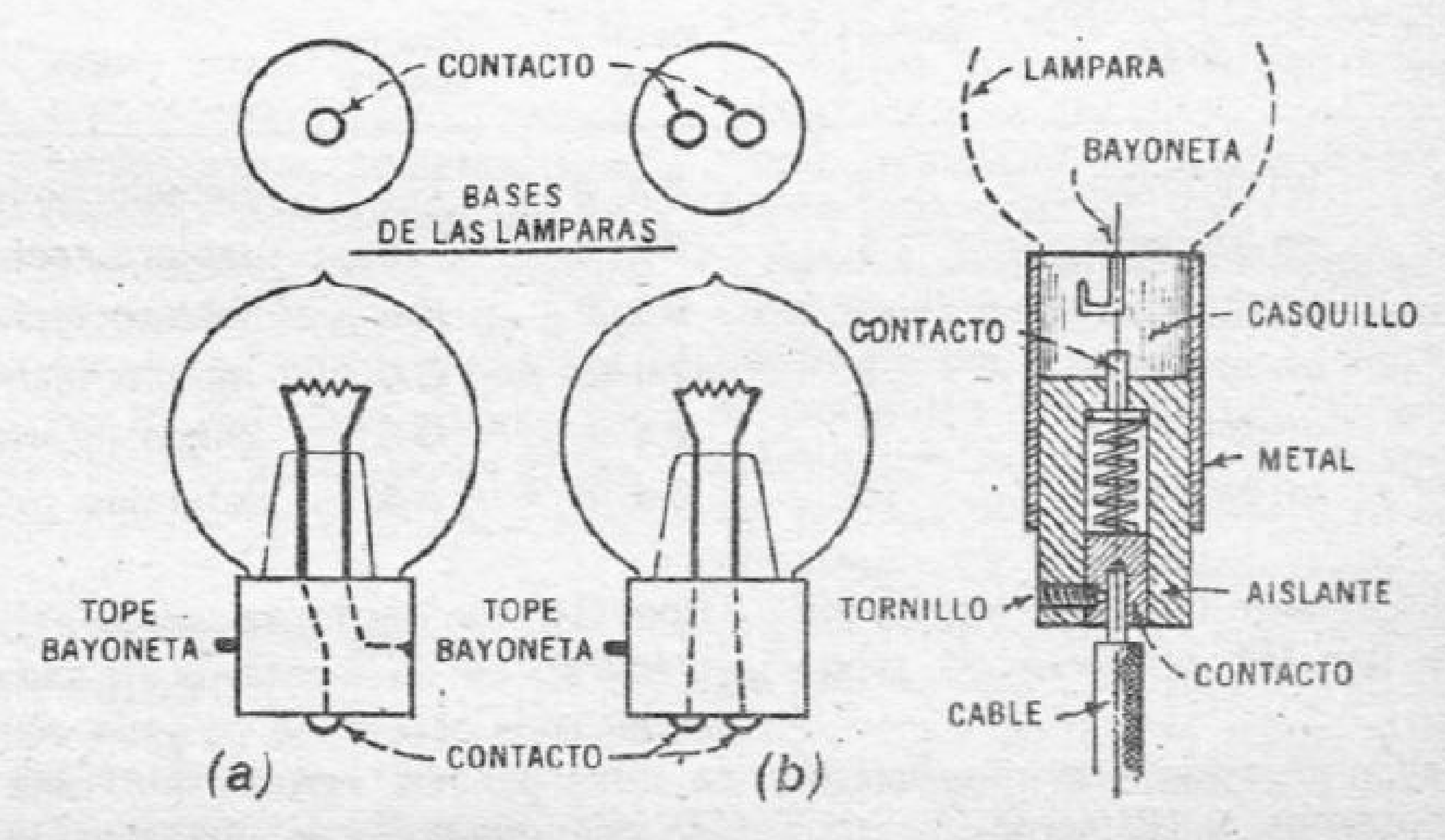


Fig. 285. Lámpara esférica, a bayoneta, de un contacto en la base, con dos contactos en la base, y forma de la base y el enchufe a bayoneta.

por su prolongada duración, con respecto de las lámparas de incandescencia normal con filamento de tungsteno.

En efecto, el filamento de tungsteno, llevado a muy altas temperaturas, tiene la tendencia de irse evaporando poco a poco, depositándose en las paredes internas del envoltorio cristalino, ennegreciéndolo. El filamento se va descomponiendo y la lámpara deja pasar cada vez menos luz.

En la lámpara de iodo, el filamento de tungsteno está colocado dentro de un tubo de cuarzo, en una atmósfera que contiene algunas trazas de iodo gaseoso a la temperatura de funcionamiento. En estas condiciônes, el tungsteno depositado sobre las paredes se combina con el iodo, formando ioduro de tungsteno, el cual vendrá a depositar el tungsteno sobre el filamento, debido a su elevada temperatura, regenerándolo constantemente y, por consiguiente, prolongando la duración de la lámpara.

Con las lámparas de iodo se obtienen las siguientes ventajas:

a) Construcción de lámparas más pequeñas y, por lo tanto, menos frágiles.

es un factor muy importante, lo es más la profundidad de iluminación que se obtiene con las lámparas de iodo, además de distribuir la iluminación lateralmente en forma muy homogénea.

Con un faro que proyecte 62 500 candelas se viaja con seguridad si a una distancia de 300 m se tiene una buena visibilidad, lo cual se consigue con las lámparas de iodo.

El soporte es de construcción especial. La base de la lámpara se introduce en el casquillo del soporte, orientando la espiga en la ranura a bayoneta; esto tiene por objeto simplificar el recambio, asegurar un buen contacto entre la lámpara y el soporte y, sobre todo, obtener la orientación focal del filamento. El contacto es asegurado mediante un resorte que forma parte del círculo entre el cable que viene de la batería y el terminal del filamento.

La tabla 8 da una idea de los diversos tipos de lámparas empleadas en los autos para los servicios auxiliares, es decir, excepto los faros.

Las letras tienen el siguiente valor: G, lámpara esférica; S, de forma similar a una pera. El número que sigue a estas letras representa el número de octavos de pulgada que tiene el envoltorio cristalino; así, por ejemplo, el

Tabla 8

LAMPARAS AUXILIARES DEL AUTOMOVIL

Lámpara número	Base	Número de bujías	Tensión (V)	Tipo de lámpara	Usos
61	un contacto	2	3 a 4	G-6	estacionamiento
63	un contacto	3	6 a 8	G-6	tablero, techo
64	dos contactos	3	6 a 8	G-6	tablero, techo
67	un contacto	2	12 a 16	G-6	tablero, techo
81	un contacto	6	6 a 8	G-6	chapa, interiores
87	un contacto	15	6 a 8	S-8	laterales, rojas

b) Rendimiento luminoso mucho mayor que con las lámparas de tungsteno.

c) Mayor duración, por regenerarse constantemente el filamento.

Aunque la duración de las lámparas

tipo G-6 es de forma globular y su diámetro es de 6 octavos de pulgada; como cada octavo de pulgada equivale a unos 3,5 mm, resulta que este tipo de lámpara tiene un diámetro de $6 \times 3{,}5 = 21$ mm.

Los faros, en cambio, utilizan lámparas especiales, algunas con doble filamento para obtener la combinación de luces de largo y corto alcance. En la tabla 9 vemos que todas estas lámparas son del tipo S-10, lo cual significa que son de forma similar a una pera y que su diámetro es de 10 octavos de pulgada, o sea, 3,5 × 10 = 35 mm. Las lámparas de doble contacto corresponden a un filamento doble, cuyos respectivos número de bujías se especifican.

dialmente, es decir, en todas direcciones, desde su centro y recibidas a una distancia de un pie, o sea, 305 mm. Con los reflectores parabólicos se consigue reunir en un haz de rayos paralelos todas las radiaciones luminosas de una lámpara; por consiguiente, la cantidad de luz que se proyecta a una distancia determinada del coche no es la que la lámpara emite directamente en aquella dirección, sino su totalidad; a esta cantidad total de luz recibida

Tabla 9

LAMPARAS Y FAROS DEL AUTOMOVIL

Lámpara número	Base	Número de bujías	Tensión (V)	Tipo de lámpara
1000	dos contactos	32-32	6 a 8	S-10
1100	dos contactos	21-21	6 a 8	S-10
1116	dos contactos	32-21	6 a 8	S-10
1129	un contacto	21	6 a 8	S-10
1133	un contacto	32	6 a 8	S-10
1141	un contacto	21	12 a 16	S-10
1158	dos contactos	21-2	6 a 8	S-10

255. Voltajes e intensidades

Respecto a las tensiones, en las tablas anteriores vemos que hay dos tipos básicos: 6 V y 12 V. Generalmente, los autos modernos tienen una sola batería de 6 V y por lo tanto éste es el tipo de lámpara usado; las tensiones de 12 V se encuentran en los camiones y vehículos de tracción pesada.

Las intensidades que requieren estas lámparas depende del número de bujías. Como promedio, las lámparas de 2 bujías consumen 0,25 A; las de 6 bujías, 1 A; las de 15 bujías, unos 2 A; las utilizadas en los faros poseen los siguientes valores: 2,5 A las de 21 bujías y unos 4 A las de 32 bujías.

256. Luz requerida de los faros

Los números de bujías indicados en las tablas se refieren a las cantidades de luz que emiten estas lámparas ra-

en un punto determinado, se la denomina el número aparente de bujías con que es iluminado. Por consiguiente, si nos dicen que a 30 m de distancia de un faro la luz recibida es de 2 400 bujías, no significa que la lámpara deba tener esta potencia lumínica, sino que, gracias a la suma de todos los rayos luminosos que emite la lámpara (por medio del reflector parabólico) se consigue concentrar en aquel punto tan fuerte intensidad de luz.

Aunque las leyes que regulan las condiciones que debe reunir la iluminación de las carreteras por los faros de los autos difieren bastante en los distintos países del mundo, las siguientes normas pueden considerarse como prácticamente aceptables:

a) A una distancia de 30 m delante del coche, según la línea de su eje y a una altura de 1,50 m sobre el nivel del suelo, en ese punto la intensidad lumínica aparente debe ser de 2.400 bujías.

b) A la misma distancia y altura sobre el pavimento, pero ahora a 2 m hacia los dos lados, la intensidad luminosa aparente debe ser de 800 bujías.

Luego describiremos la forma y normas para regular las luces de los faros; no obstante, conviene que desde ahora tenga una idea de la potencia luminosa que se requiere en ellos y cómo se obtiene.

257. Duración de las lámparas

Tiene gran importancia que la vida de las lámparas de los faros sea lo más larga posible, no tanto por su costo, sino por la complicación que representa su cambio, ya que, inevitablemente, debe procederse a un ajuste si el faro es de tipo antiguo y con sumo cuidado si es del tipo moderno: **sealed beam.**

Lo que acabamos de manifestar tiene la mayor importancia, pues las lámparas de los faros son de foco fijo y, aunque su fabricación se procura que sea muy uniforme, nunca se consigue una exactitud total. Para hacer resaltar lo que puede suceder si se reemplaza una lámpara quemada por otra del mismo tipo sin ajustar su punto focal, diremos que si el filamento se coloca fuera de foco la minúscula distancia de un milímetro y medio, se pierde el 70 % de la luz.

Conviene que las lámparas de los faros sean de la máxima duración posible, porque para colocar la nueva es necesario sacar el cristal que cierra el reflector parabólico. Para evitar que penetre el polvo se coloca una junta especial, cuyo ajuste es muy bueno cuando el coche sale de la fábrica, pero si se desmonta algunas veces el cierre ya no es hermético. Debido a la presión del aire contra la cara exterior del cristal, va penetrando polvo finísimo, que se deposita sobre la superficie pulimentada del reflector parabólico, formando una película que no es posible sacar. El único remedio consiste en pasar muy suavemente un poco de algodón para sacar lo que se pueda de la película de tierra.

Las lámparas están construidas para funcionar a un cierto voltaje y producir una determinada cantidad de bujías. Si una de las cantidades se altera, se produce menor número de bujías y si se fuerza la tensión, la vida de la lámpara se acorta.

Experimentalmente se han probado varias lámparas de 32 bujías, del tipo de 6 V, y se han obtenido los resultados indicados en la tabla 10.

Vemos claramente los efectos desastrosos que produce una tensión que sobrepase la normal. Esto puede ser debido a un ajuste inadecuado del regulador de tensión o a que la dínamo produzca un voltaje elevado; ambos casos deben observarse y regularlos al valor correspondiente.

Se conoce que una lámpara ha envejecido cuando su cristal se vuelve negruzco. Entonces buena parte de luz no puede salir del cristal, por necesitarse el consumo de cierta cantidad de energía lumínica para atravesar esta película obstructora, que actúa como una verdadera pantalla a las ondas lu-

Tabla 10

DURACION DE LAS LAMPARAS DE FAROS

Tensión (V)	Número de bujías producidas	Vida de la lámpara (horas)
5,75	26	800
6,10	32	400
6,80	0	100

minosas. Cuando se ve que una lámpara tiene esa coloración lo más aconsejable es cambiarla por otra nueva, observando las normas que hemos explicado para evitar el desenfoque y para que no penetre tierra en el recinto cerrado comprendido entre el espejo parabólico y el cristal prismático.

CUIDADO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO

258. Anomalías en las lámparas

Las diversas fallas que pueden tener las luces de un auto se clasifican en grupos; esto permite mantener un entretenimiento eficiente del sistema, porque así se sabe a qué causa obedece el mal funcionamiento.

a) **Falta luz al parar el motor.** La batería está descargada. Revise el contacto de la batería, aunque lo más probable es que el causante sea el estado del acumulador. Cargarlo fuera del coche; si esto no es posible por estar viajando, use lo menos posible las luces y ponga el motor en marcha a mano, pues estando la batería en estas condiciones no hay que poner en funcionamiento el motor de arranque.

b) **Falta luz cuando el motor está parado.** Puede obedecer a diversas causas, entre ellas las siguientes: 1) si todas las lámparas se han fundido, se ha producido algún cruce o sobretensión momentánea; 2) lámparas inadecuadas a la tensión de la batería; 3) rotura de la conexión de la batería con el chasis; 4) si hay un interruptor automático, no cierran las puntas de contacto; 5) el fusible se ha fundido; 6) el terminal del alumbrado está flojo o no hace contacto; 7) el amperímetro tiene el circuito abierto o suelto un terminal; 8) la batería puede estar descargada.

c) **Las luces parpadean.** Es debido a un contacto flojo, que puede estar en las conexiones de la batería, en la caja de fusibles, en el amperímetro o en el conmutador de luces. También puede ser debido a que haga mal contacto el terminal de la batería que está conectado con el chasis.

d) **Luces brillantes y opacas.** Si se notase que hay lámparas que brillan mucho y que otras, en cambio, hacen una luz mortecina, es debido a que no son del voltaje apropiado. Por ejemplo, con la tensión de 6 V de la batería, si se instalan lamparitas de 4 V, brillarán en exceso, y si se ponen de 8 V, brillarán poco. Colocar lámparas de la tensión adecuada.

e) **Todas las luces se interrumpen.** Si se observa que todo el sistema de alumbrado se apaga, para volverse a encender al cabo de breves instantes, es señal de que el circuito comprendido entre la dínamo y la batería sufre interrupciones. Esto puede ser debido a que los contactos del disyuntor (relay) o de los reguladores vibratorios están corroídos y deben ser ajustados. Revísense también los contactos de la batería, limpiándolos y apretándolos debidamente.

f) **Las lámparas se funden fácilmente.** Es debido a alguna mala conexión a masa que, actuando como una resistencia permite el paso de más corriente a través del circuito de una o varias lámparas, quemándose el filamento por un exceso de intensidad. Revise las conexiones a masa.

259. Reguladores de los faros

Hace ya unos años se han introducido las unidades **sealed beam** (pronúnciese: **síled bim**). La mayoría de los coches anteriores a 1940 tienen los faros construidos de tal forma que requieren un ajuste adecuado para que proyecten debidamente la luz sobre la carretera. En consecuencia, vamos a considerar primeramente los dispositivos de regulación que tienen los faros, para luego saber cómo debemos actuar para obtener la debida regulación de los mismos.

a) **Reguladores de faros antiguos.** Aunque pueden diferir en detalles, esta clase de faros requieren tres ajustes: 1) colocar la lámpara a foco;

2) situar la lámpara en el eje de la parábola; 3) orientar el conjunto para que la luz se proyecte en la debida dirección.

En lo que se refiere a la colocación focal de la lámpara, estas distintas graduaciones se obtienen mediante los tornillos A y B de la figura 286; con el dispositivo orientador C se consigue dar al faro la orientación debida. La forma de utilizar estos mecanismos de regulación la veremos luego, cuando expliquemos la manera de ajustarlos.

b) **Reguladores de los faros "sealed beam".** Estas unidades ya vienen reguladas y ajustadas de fábrica; por lo tanto, lo único que debe hacerse es colocarlas en la caja del faro y mediante un tornillo especial destinado a ese objeto, graduarlas para que la luz se proyecte según un ángulo debido con respecto al suelo. La bondad de estas unidades selladas está en que no deben ajustarse; si se quema una lámpara y deben abrirse, por mucho cuidado que se ponga en la operación, ya no quedan tan bien ajustadas como antes.

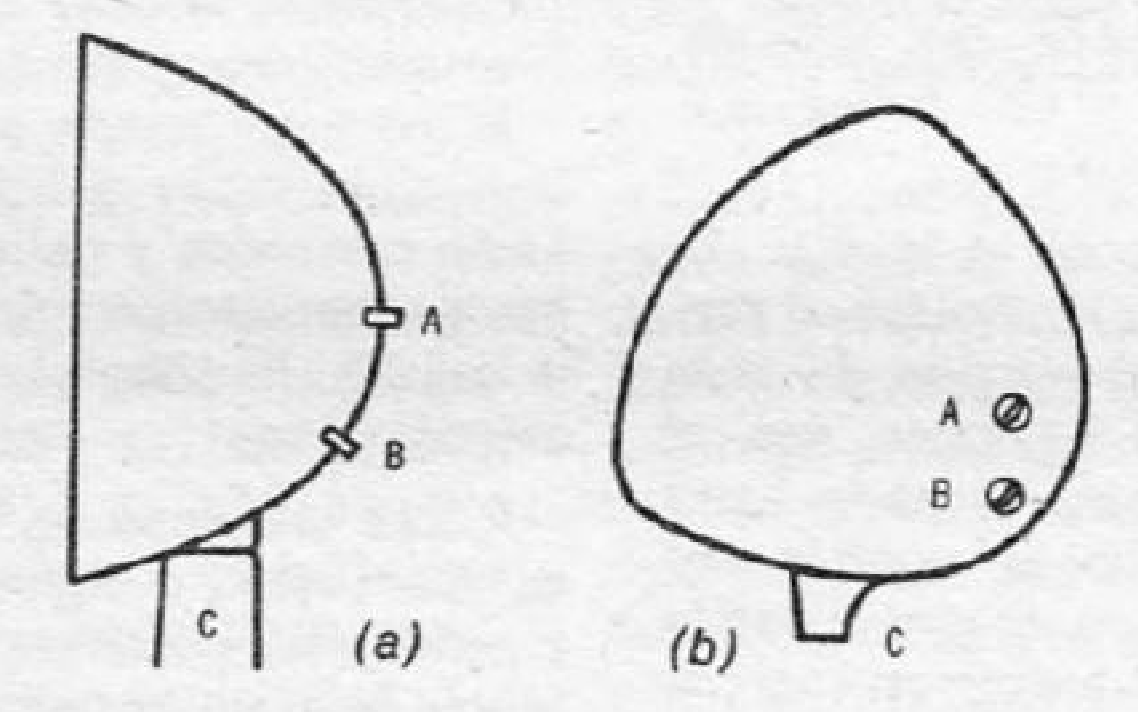


Fig. 286. Dispositivo para regular el punto focal de las lámparas de los focos.

260. Ajuste de los faros

El haz de luz que proyectan tiene que estar muy bien ajustado para que iluminen en debida forma el camino. Por excelente que sea el sistema de lentes, espejo, lámpara, etcétera, si el ajuste es incorrecto, la iluminación será deficiente y producirá la difusión de luz que ocasiona el deslumbramiento de los conductores que viajan en sentido contrario.

Antes de intentar el ajuste de los faros es necesario observar los siguientes puntos:

a) Compruebe si la tensión es la que corresponde a los tipos de lámparas empleadas. Lo mejor que puede hacerse es ver si el voltaje que llega a las conexiones de entrada es el que corresponde.

b)) Limpiar cuidadosamente las lentes (cristal delantero), así como el reflector, y observar si la lámpara o lámparas (una de doble foco o dos de un filamento) son bien claras, transparentes; en caso de notarse que el cristal está oscurecido, reemplácela por otra nueva. Asegúrese que las lámparas estén bien colocadas en su soporte.

c) Si observase que el cristal (lente) no tiene las ranuras bien verticales, debe asegurarse que lo sean, y si tuviese tendencia a girar, evítelo colocando masilla, cinta aislante, etcétera.

Veamos ahora cómo se ajustan los faros para que proporcionen la debida iluminación:

Busque una pared que, si es posible esté pintada de blanco. Sitúe el coche frente a frente, de manera que su línea de eje quede perpendicular a ella. Coloque el auto a una distancia, desde el cristal de los faros a la pared, de 7,60 m (fig. 287). Trace en la pared una línea de referencia a la misma altura que la que haya desde el centro de los faros al suelo.

Para determinar el punto M, situado según la línea de eje del coche, colóquese detrás y, mirando a través de los cristales desde el medio, señale la proyección contra la pared, enfocando el centro del radiador; esto le permitirá trazar la perpendicular PQ que pasa por el punto M así determinado.

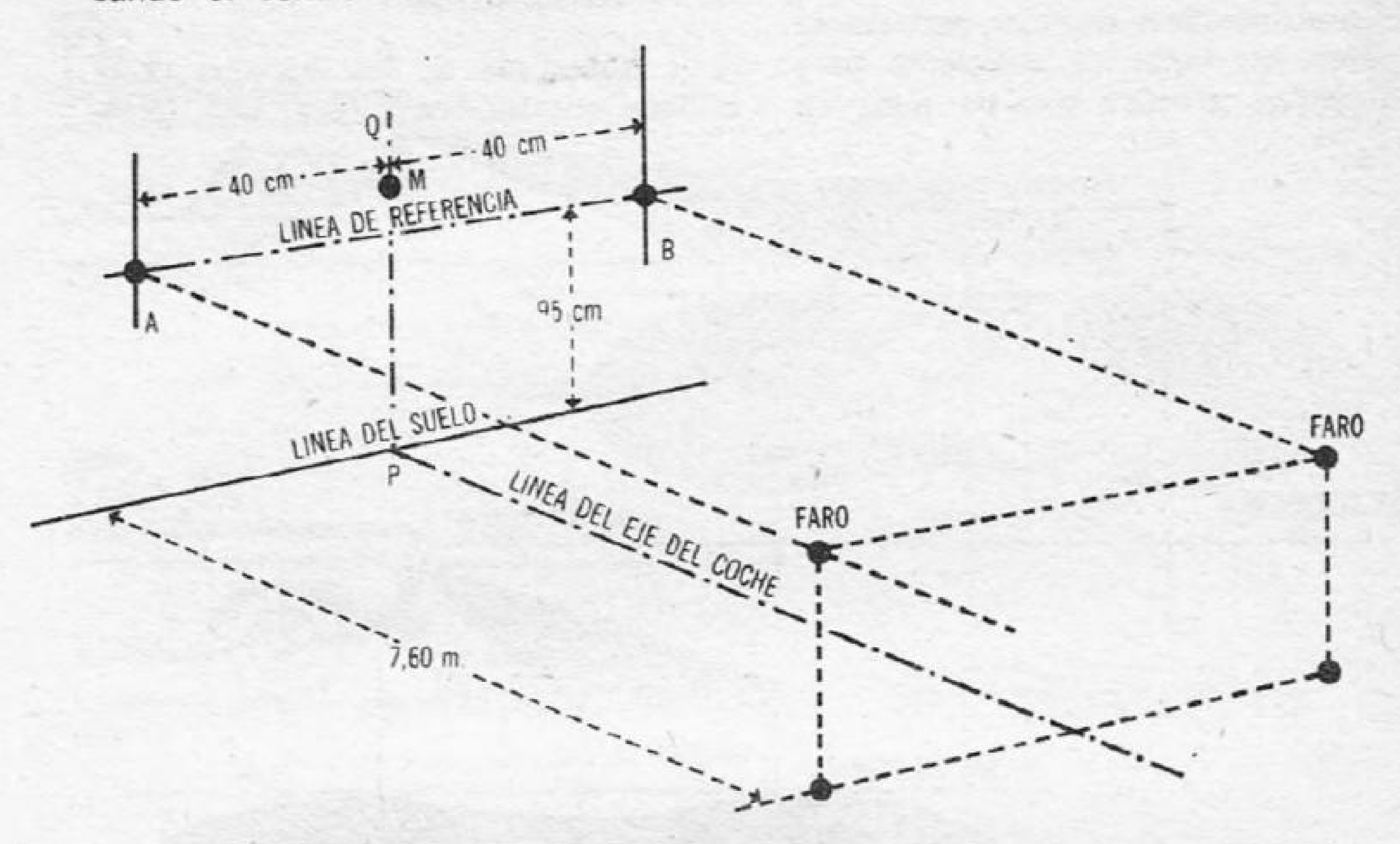


Fig. 287. Cómo se procede para centrar y enfocar los faros de los automóviles.

1) **Enfocar los faros.** Para ello, lo mejor es tapar uno y operar con el otro. Se mueve el tornillo para desplazar la lámpara a lo largo de su eje hasta situarla en el punto que proporcione en la pared una imagen lo más luminosa posible. Si la lámpara está fuera de foco respecto de la pared, produce una gran difusión de luz; si está demasiado cerca del reflector, da una buena iluminación, pero difusa. Solamente cuando la lámpara se sitúa exactamente en la distancia focal es cuando se obtiene una zona netamente iluminada, sin difusión de la luz.

Esta operación debe hacerse con los dos faros, pero separadamente, tapando uno para que no proyecte luz.

2) **Centrar el haz de luz.** Las líneas A y B, trazadas en la pared perpendicularmente al suelo (equidistantes de la que señala el eje del coche), sirven para centrar lateralmente los dos faros; según sea la mancha de luz que proyectan con referencia a estas líneas, debe orientarse cada faro, uno a uno, tapando el otro.

3) **Orientar el haz de luz.** Se utiliza la línea de referencia horizontal, cuya altura debe ser la que haya desde el centro del cristal del faro hasta el suelo. Es preciso que el haz luminoso de cada faro se incline hacia el suelo y que la mancha luminosa no sobrepase esta línea; con esto se evita el deslumbramiento a distancia. Asimismo, conviene que en la región vecina a esta línea haya poquísima intensidad lumínica, por ser la que se proyecta más lejos. Proceda a hacer este ajuste con cada faro, tapando el otro.

4) **Doble haz luminoso.** La debida posición de las proyecciones luminosas para corto alcance se representa en la figura 288 (a), y para largo alcance, en la figura (b). En ambas figuras, la mancha negra representa la superficie más iluminada, y en área rayada, la zona donde se produce la penumbra; ambas figuras representan, pues, la vista frontal de la proyección luminosa de los faros.

La proyección lateral del haz luminoso para largo alcance (foco largo) se indica en la figura 289 (a), y para foco corto, en la figura (b); la mancha negra representa la zona luminosa de máxima intensidad.

El procedimiento descrito para poner a punto los faros es suficiente para la finalidad práctica que de ellas se requiere. Si se desean hacer mediciones más exactas, entonces ya se necesita el uso de instrumentos especiales, llamados fotómetros (medidores de luz), cuya descripción y uso cae fuera del límite de esta obra.

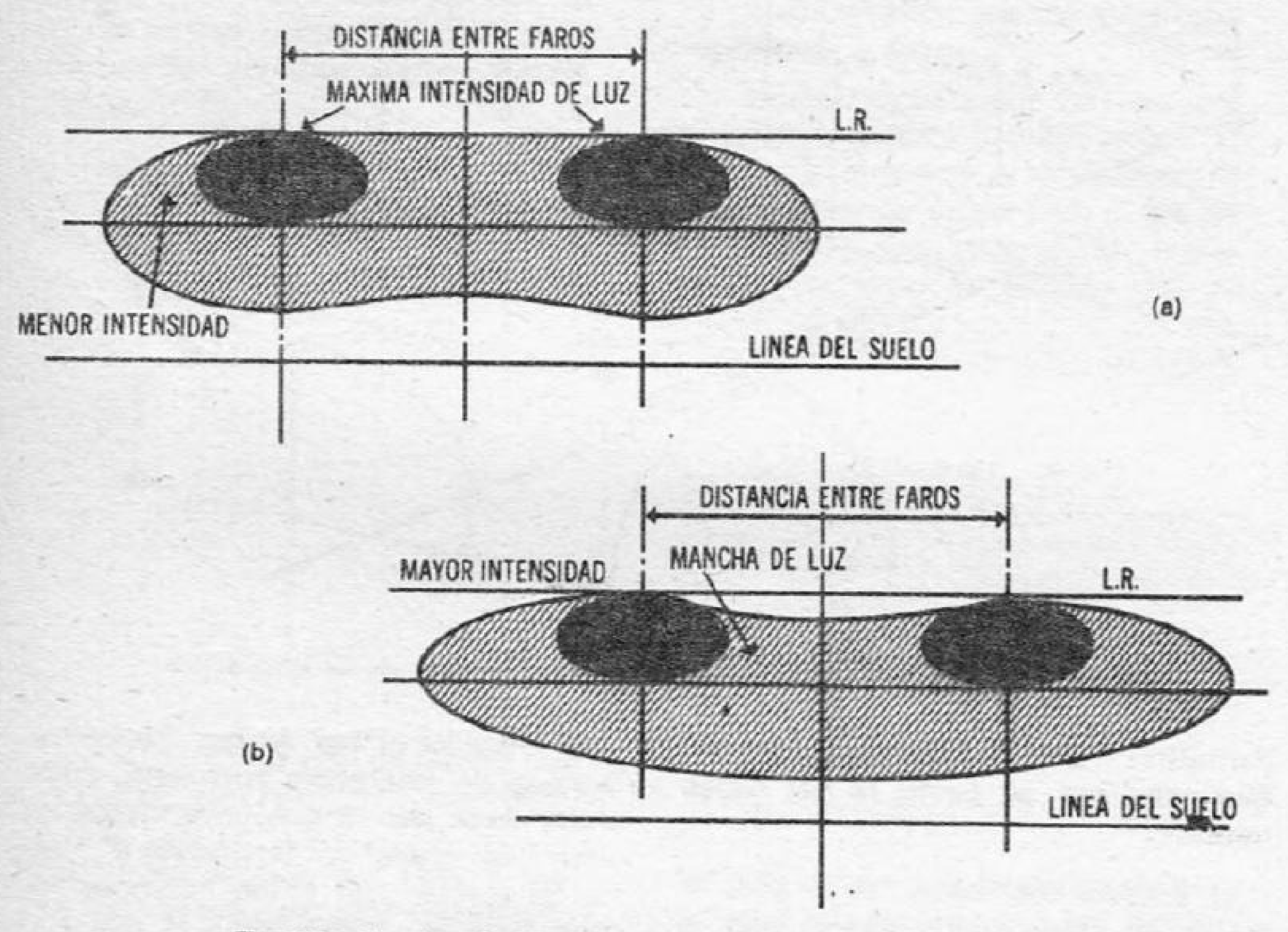


Fig. 288. Manchas de luz y penumbra en el ajuste de los focos.

En caso de duda de si un faro está mal orientado verticalmente, se puede verificar con suma facilidad procediendo de la siguiente forma: a) acérquese delante de uno de los faros, mientras el otro esté tapado para que no proyecte luz; marque con la mano en su cuerpo la altura del centro del faro, aléjese unos 7 m delante del coche y vea si la proyección de la luz sobrepasa esta altura; b) si se mantiene debajo de ella, no se produce deslumbramiento a distancia; en caso contrario, sí se produce y es necesario ajustar el faro.

261. Cuidado de los reflectores

La superficie de los espejos parabólicos acostumbra a tener una delgadísima capa de plata pura o de cromo. En el primer caso deben extremarse las precauciones para limpiar su superficie porque es extraordinariamente delicada. Debe evitarse tocar con los dedos las superficies, ya que las impresiones digitales quedan marcadas, siendo casi imposible hacerlas desaparecer. Hay que proceder con cuidado extremo para evitar que se rayen, cosa que sucede infaliblemente si se utiliza estopa, trapos, etcétera; es necesario emplear una gamuza muy fina y polvos que utilizan los joyeros para limpiar las alhajas y los relojes (blanco de España).

Si el espejo es cromado, no es necesario extremar tanto las precaucio-

nes porque el cromo es un metal muy duro y difícilmente se raya. No obstante, proceda con cuidado.

Una vez limpiado con polvos finos o con alguna pasta especial, repásese con otra gamuza bien blanda y esponjosa, dejando la superficie perfectamente nítida.

El cristal que cierra un faro debe quedar muy bien ajustado porque contra él actúa una fuerte presión del aire que hace introducir partículas de tierra. Su efecto en el cristal reflector es doble: lo ensucian y lo deterioran, siendo luego difícil poderlo arreglarlo. Por lo tanto, uno de los servicios que deben hacerse es observar los reflectores: si notase que entra tierra, asegure un buen cierre del cristal con su armazón.

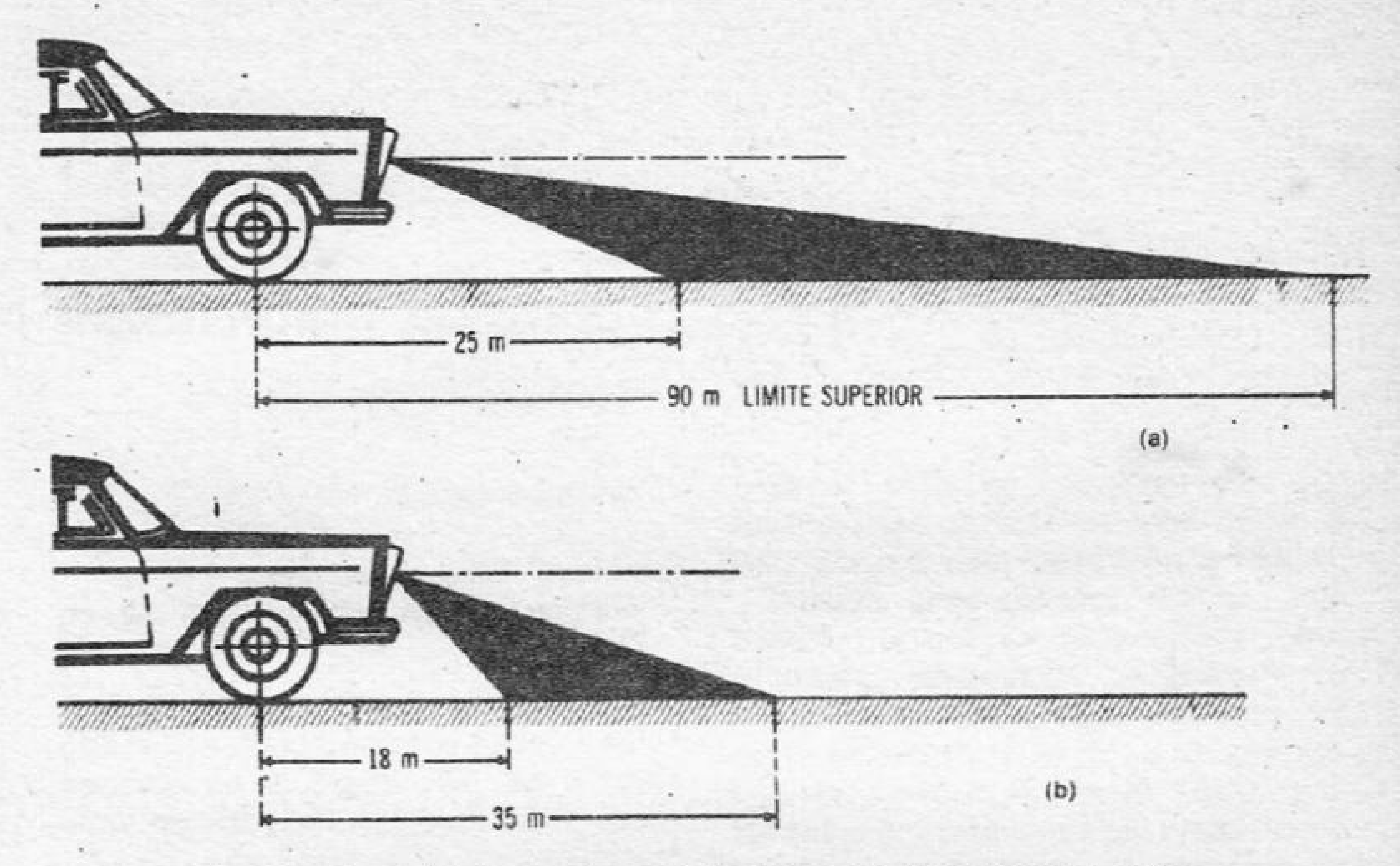


Fig. 289. Forma del haz luminoso de los faros con focos largos y cortos.

OCTAVA PARTE

CABLEADO Y AVERIAS

Capítulo XXIX

INSTALACION ELECTRICA

262. Clases de instalaciones

Hay dos métodos de hacer cableado de las instalaciones de los automóviles, que son:

1) El sistema de doble polo, que utiliza dos conductores aislados, representado en la figura 290; es el más costoso, pero el más seguro.

2) El método de un solo conductor, con retorno por medio del chasis, como se indica en la figura 291; es el más económico, aunque sujeto a sufrir más desperfectos.

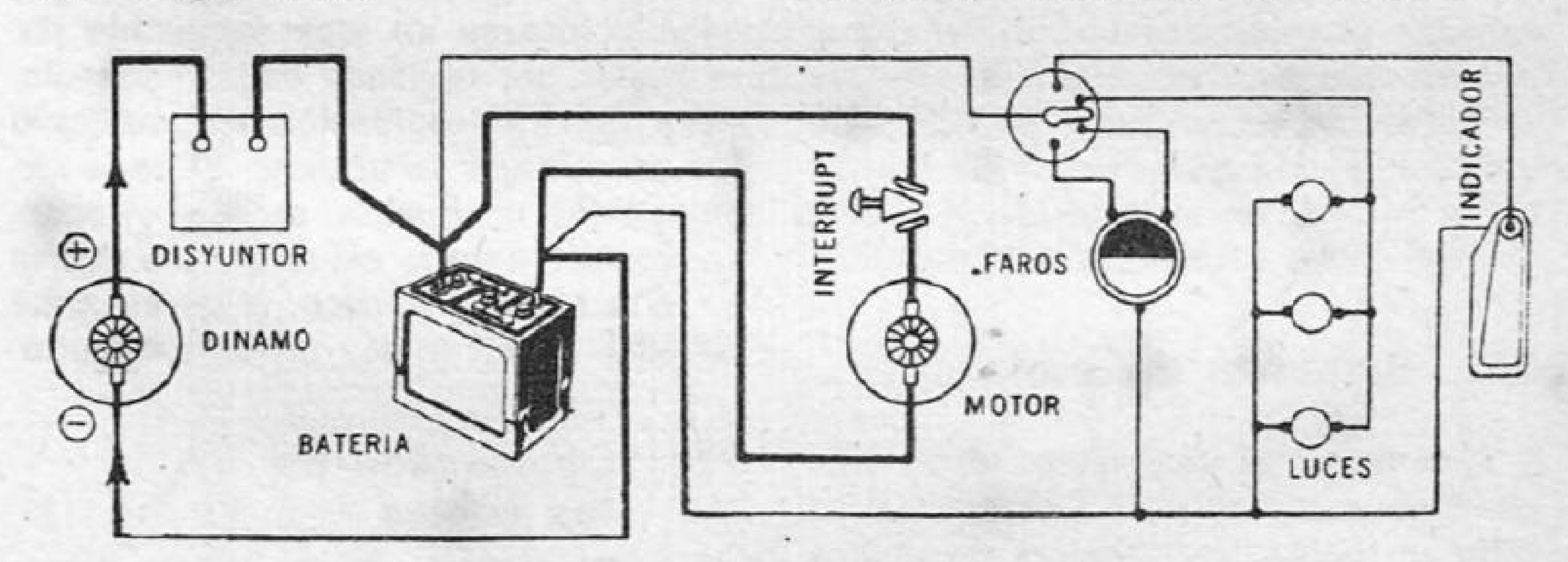


Fig. 290. Electrificación de los automóviles y camiones pesados con un conductor para cada polo, sin utilizar el chasis como polo de retorno.

Actualmente se emplea sólo el cableado con un solo conductor, utilizando el chasis como conductor de retorno; esto tiene el inconveniente de que cualquier contacto al armazón metálico ocasiona un cortocircuito, pero ofrece la ventaja de la simplificación y economía de conductores. Es costumbre emplear cajas de conexión, para así facilitar las interconexiones y, a la vez, localizar más fácilmente las fallas.

Aunque generalmente era el polo negativo el que se conectaba a masa o chasis, desde 1936 se practica lo contrario, es decir, es el polo positivo de la generatriz y el de la batería los que se sueldan al chasis. Este cambio tiene grandes ventajas, produciendo notables mejoras en el sistema de ignición y evitando la corrosión de los terminales de la batería.

En efecto, se ha observado que si el borne central de las bujías tiene la polaridad negativa, hay mayor desprendimiento de electrones libres (el borne central es el que más se calienta), obteniéndose la misma intensidad de chispas con reducciones de hasta el 25 % de voltaje secundario.

Otra ventaja de conectar el positivo al chasis es que el contacto de la

batería sufre menos corrosión, lo mismo que todos los contactos hechos al armazón metálico, por los motivos ya explicados oportunamente. En atmósferas húmedas, por electrólisis, se desprende hidrógeno en el terminal negativo, acción que es aumentada si hay una conexión que ocupe un área importante; si a esto añadimos que en los ambientes industriales hay disuelto en el aire bastante bióxido de carbono que se disuelve en la humedad y forma ácidos que atacan los metales recorridos por corrientes eléctricas, por débiles que sean, el resultado final es la formación de la masa de corrosión verdosa que se observa en los bornes de la batería, en la conexión al chasis y en diversos bornes de la instalación.

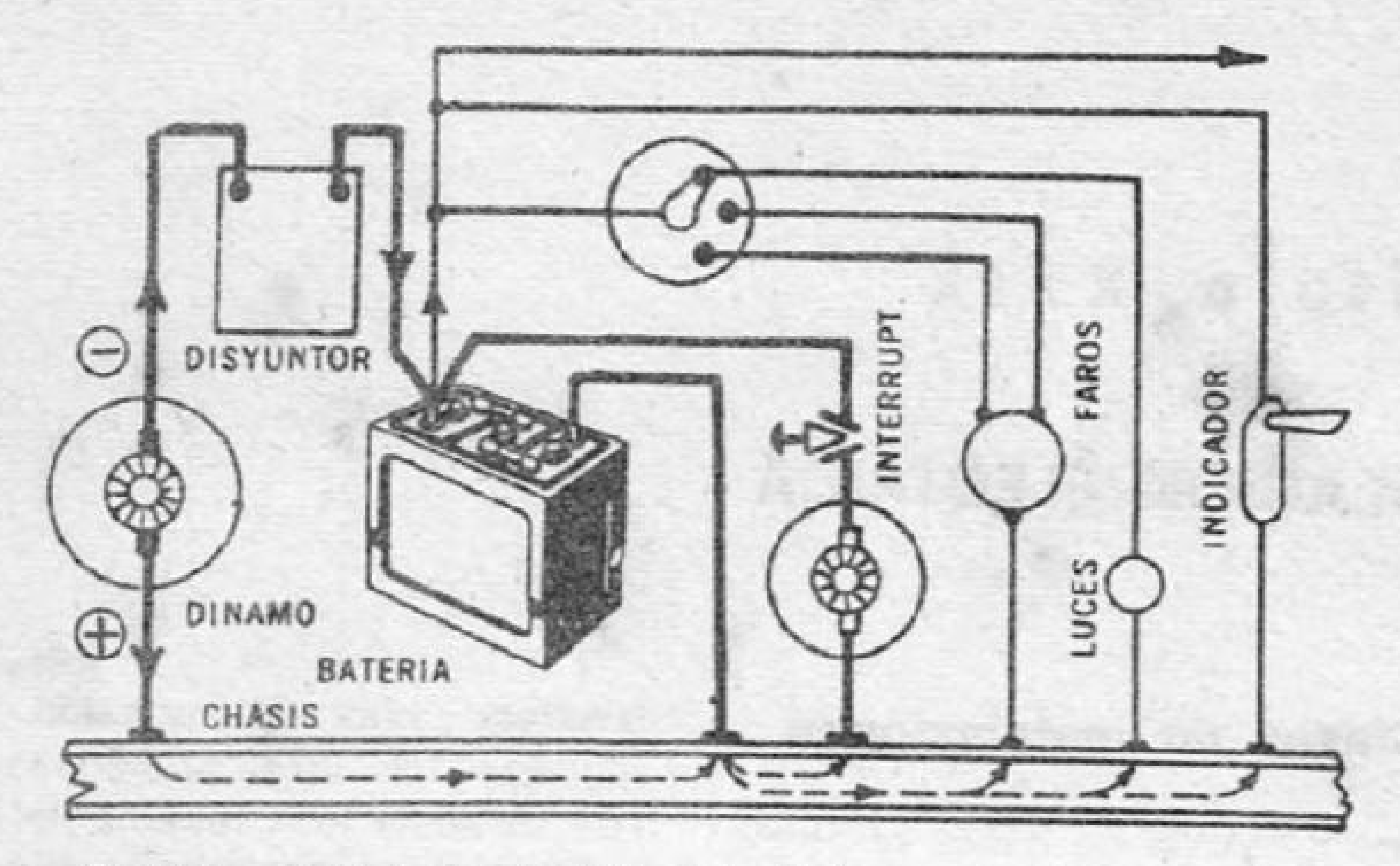


Fig. 291. Sistema de electrificación de los autovehículos con el polo de retorno por medio del chasis.

263. Sistemas de cableado

Para asegurar una rigidez al sistema de hilos que parten de la batería y se bifurcan hacia los órganos de consumo, se acostumbra a unirlos en un haz. Así se uniforma la instalación eléctrica, pues siendo constante, para un determinado tipo de coche, la situación de los instrumentos, luces, etcétera, se establece todo el cableado en el taller y luego se coloca en el coche el haz de cables, cuyos terminales coinciden con la posición de cada órgano correspondiente. Los diversos circuitos están identificados por el color del aislamiento de sus conductores o por trazos de color. Un ejemplo lo tenemos en el esquema del cableado del coche Ford construido en Francia, representado en la figura 292.

Comúnmente se disponen cajas de conexión, de las cuales se bifurcan diversos conductores. Así se consiguen evitar muchos empalmes, soldaduras, etcétera. Esta misma caja se utiliza para colocar un fusible de protección. Es por este doble motivo que debe colocarse en lugar accesible para poder ser revisada con frecuencia, pues con la trepidación del vehículo las conexiones se aflojan. Si cada circuito tiene un fusible, se puede localizar rápidamente la causa de una avería en el sistema eléctrico, pues se sabe en cuál de ellos hay un cortocircuito.

264. Disposición de los cables

La manera de disponer el cableado está regida por reglamentos muy estrictos, tanto en lo que se refiere a la probabilidad de que produzca un incendio en el vehículo, como por lo que se refiere a cortocircuitos, chispas, etcétera.

A estas normas se suman las rigurosas recomendaciones de las asociaciones técnicas de cada país; en los

Estados Unidos es la Sociedad de Ingenieros de Automóviles, la cual establece muy claras y rigurosas especificaciones tendientes a asegurar la máxima calidad de los cables, aislamientos, secciones mínimas, cajas de interconexión, dispositivos protectores, terminales, etcétera.

Se exige que todo cable reúna las condiciones de poseer una sección mínima y un aislamiento determinado; además deben tener en cada extremo

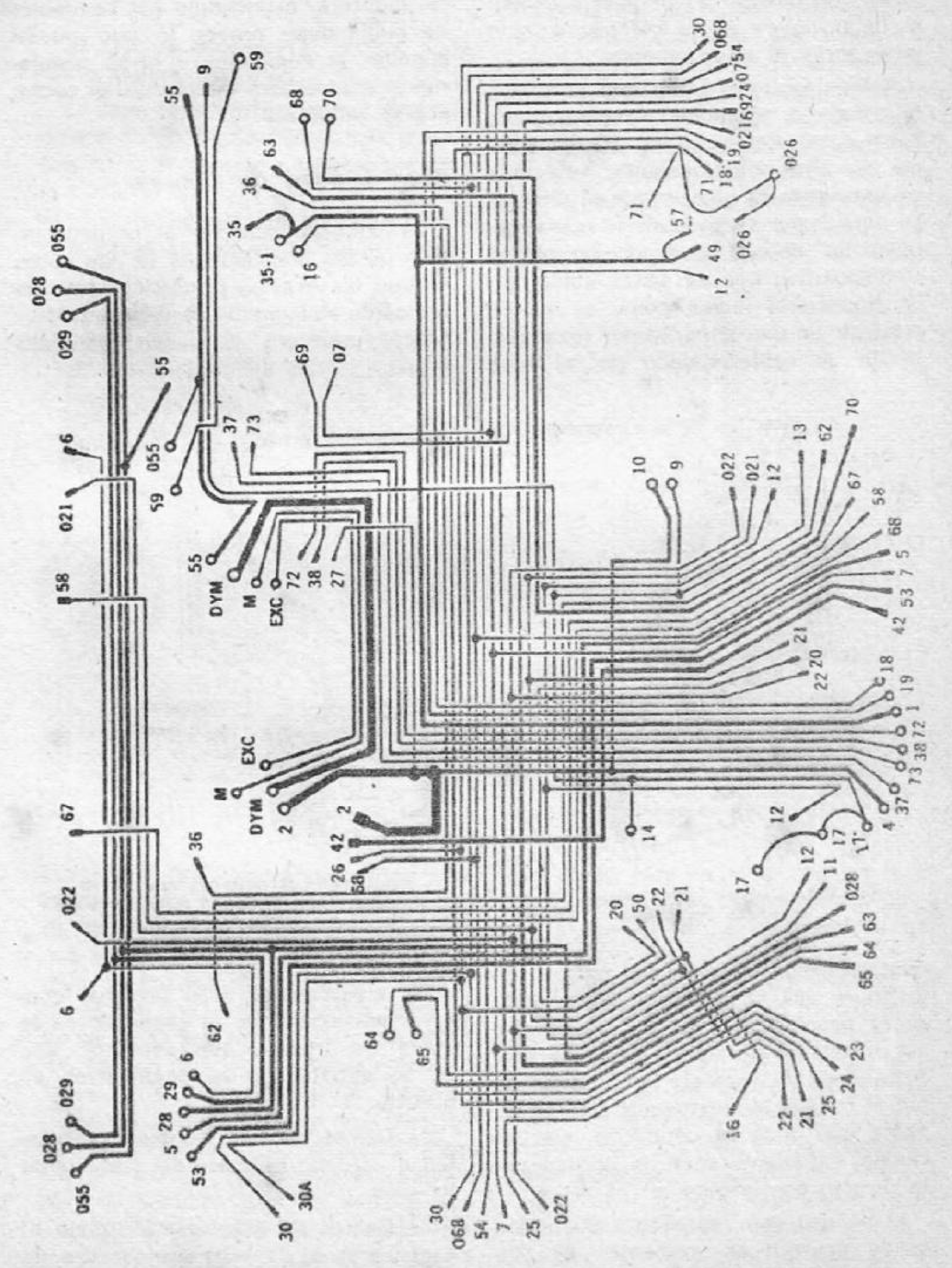


Fig. 292. Cableado de un automóvil moderno. Todos los circuitos están hechos formando una sola unidad, cuyos terminales están adaptados a las conexiones de los correspondientes bornes de los aparatos, máquinas e instrumentos que constituyen los diversos sistemas eléctricos del coche.

un terminal debidamente soldado que asegure un perfecto contacto. Las protecciones de los cables deben hacerse con revestimiento flexible de acero, nunca con tubos metálicos; esta condición rige solamente para los conductores que pueden sufrir avería debido al lugar donde están colocados, a la intemperie, al agua, etcétera.

Asimismo, todo cable que atraviese el chasis o cualquier placa metálica debe estar protegido por tubos de goma de alto poder aislante; una falla en este sitio da lugar a que el circuito se establezca a través de la masa metálica del coche, quedando sin efecto el dispositivo que se desea alimentar. La figura 293 indica cómo se puede producir un cortocircuito por rozamiento de un cable aislado por el roce móviles) se pone en cortocircuito, como en los casos presentados, deja pasar más de 1 000 A, poniéndose rojos los trozos de conductor restantes; si ese conductor pasa por alguna parte donde haya combustible líquido, aceite, etcétera, el incendio es inevitable, no pudiéndose prever lo que puede suceder al conductor y otros pasajeros si esto ocurre marchando el coche a gran velocidad.

265. Clases de cables

La consecuencia de la reglamentación de las instalaciones de los autos es que las averías producidas por defectos de aislamiento, falsos contactos, cruces, etcétera, quedasen reducidas a proporciones insignificantes.

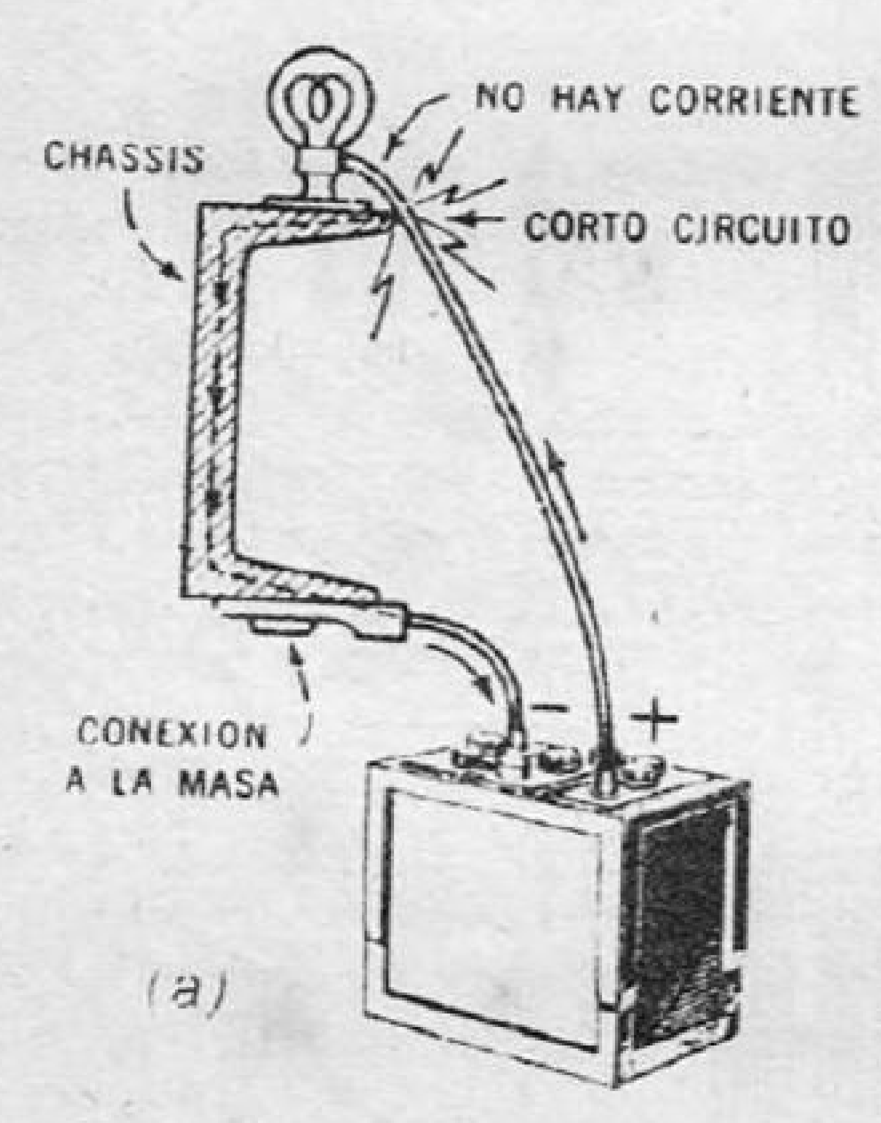


Fig. 293. Cortocircuito producido por la arista del chasis.

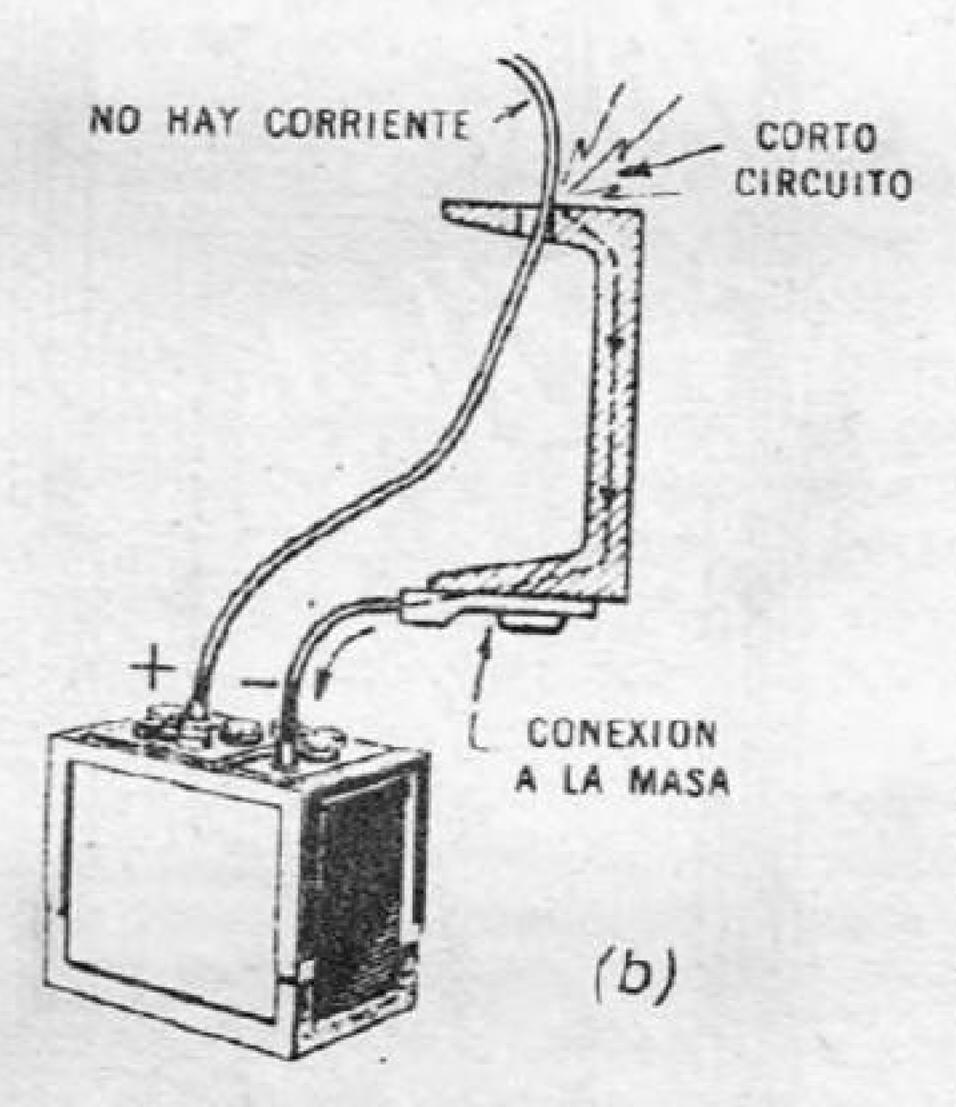


Fig. 294. Los taladros, con sus ángulos vivos, destruyen el aislamiento de los cables debido a la trepidación del coche.

constante con la arista del chasis; en la figura 294 se presenta el caso de hacer pasar un cable por un taladro sin protección de anillos de goma, produciéndose un desgaste del aislamiento por el frecuente movimiento del coche, hasta que toca el conductor con el chasis, estableciéndose un cortocircuito directo con la batería.

El peligro que representa que tales cosas ocurran es evidente. Si una batería de 6 V y 120 Ah (que son las comúnmente empleadas en los auto-

La clasificación más racional consiste en considerar al cable según la clase de órganos que alimenta; así, se ha establecido la clasificación siguiente:

a) Cables de baja tensión: alimentan el circuito primario del sistema de ignición.

b) Cables de alta tensión: unen el secundario de la bobina elevadora de voltaje con el distribuidor y a éste con las bujías.

c) Cables de gran intensidad: son dos, uno conecta la dínamo y la batería; el otro conduce la corriente al motor de arranque.

d) Cables para el alumbrado: envían la corriente a los faros y luces diversas.

e) Cables accesorios: bocina, señales laterales, etcétera.

Lo que caracteriza a estas diversas clases de conductores son sus secciones netas y el poder de aislamiento de la cubierta que los envuelve. La figura 295 representa las diversas clases empleadas en las instalaciones de los autos. En (a) vemos dos cables utilizados en los circuitos de los motores de arranque y en todos los casos en que se debe asegurar el paso de una gran intensidad de corriente. En (b) indicamos los cables usados para los circuitos de las luces, faros, etcétera; los hay en dos, tres y cuatro conductores, para poder alimentar distintas lámparas, combinaciones de luces, etcétera. Finalmente, la figura 296 muestra el tipo de cable que se emplea para el circuito de alto voltaje, con un gran aislamiento y una sección pequeña porque lo que pasa por este circuito es poca intensidad y una gran tensión.

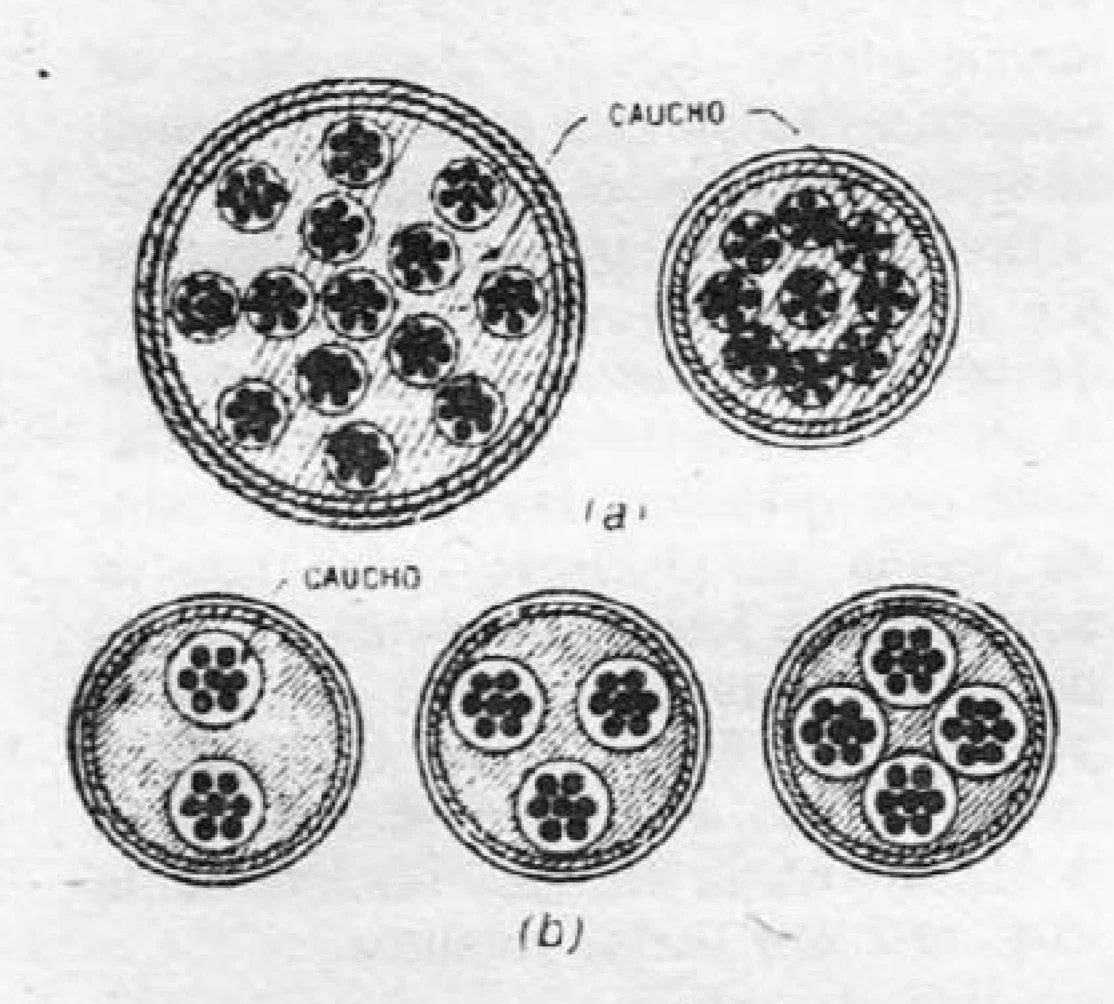


Fig. 295. Clases de cables empleados en las instalaciones eléctricas de los automóviles: (a) para motores de arranque y donde sea necesario el paso de una gran intensidad de corriente; (b) para luces, faros, etc.

266. Diversas clases de terminales

El conectar el extremo de un cable sin terminal alguno, que puede parecer sin importancia, es la causa de la mayoría de las fallas motivadas por pobreza de contacto. Por mucho que se cuide de retorcer el haz de alambres, siempre quedan algunos sueltos al apretarse la tuerca, siendo esto la causa de muchos cortocircuitos (con masa u otros conductores), sin mencionar que la rotura inevitable de alguno de los alambres constituye una disminución de la sección útil del cable; todo esto se evita con los terminales, que deben colocarse, sin ninguna excepción, en el extremo de todo conductor.

Los terminales son de diversas clases (según dónde deben ir colocados), aunque pueden agruparse en dos categorías: para conectar un cable y los utilizados en los bornes de las baterías. En la figura 297 indicamos los tipos más empleados de terminales para establecer el contacto entre un cable y el órgano que debe recibir el fluido eléctrico, mientras que la figura 298 representa el tipo de terminal empleado para conectar los bornes de las baterías; el de la izquierda,

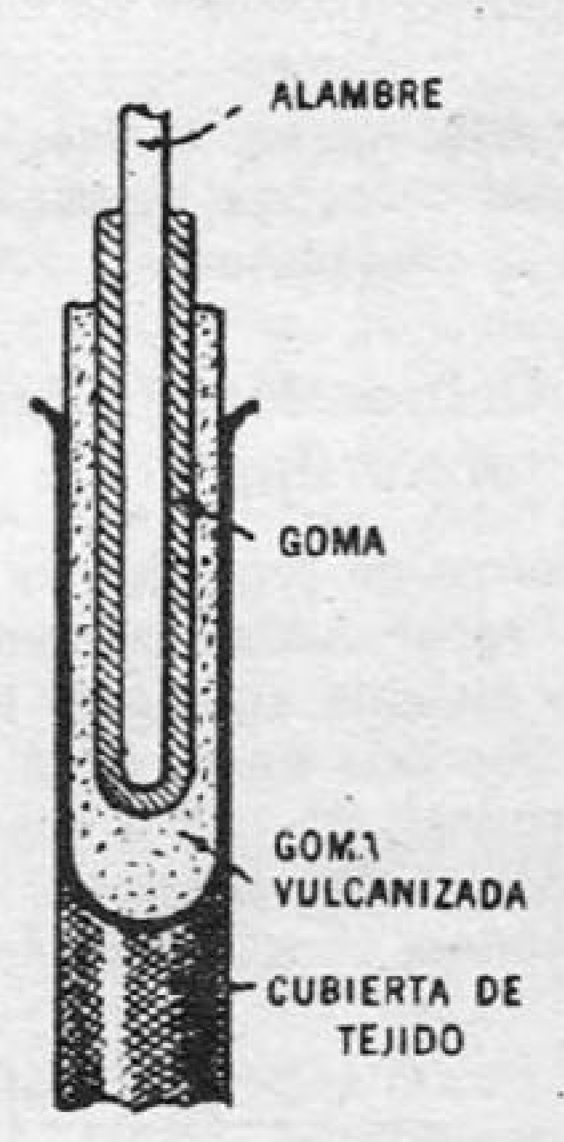


Fig. 296. Cable utilizado en los circuitos de alta tensión.

para el borne que representa el polo vivo (conducido con cable aislado), y el de la derecha, para conectar la batería con el chasis del coche (contacto a masa). La superficie interna de estos terminales es cónica, para adaptarse así a la que tienen los bornes de los acumuladores.

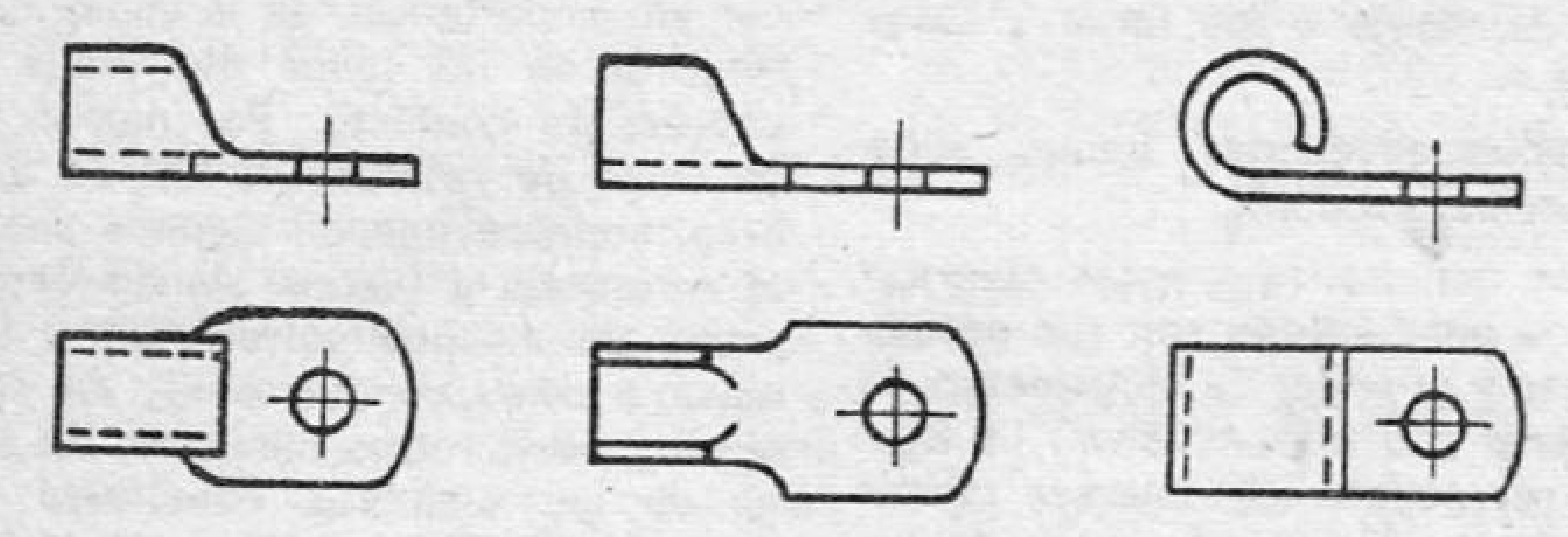


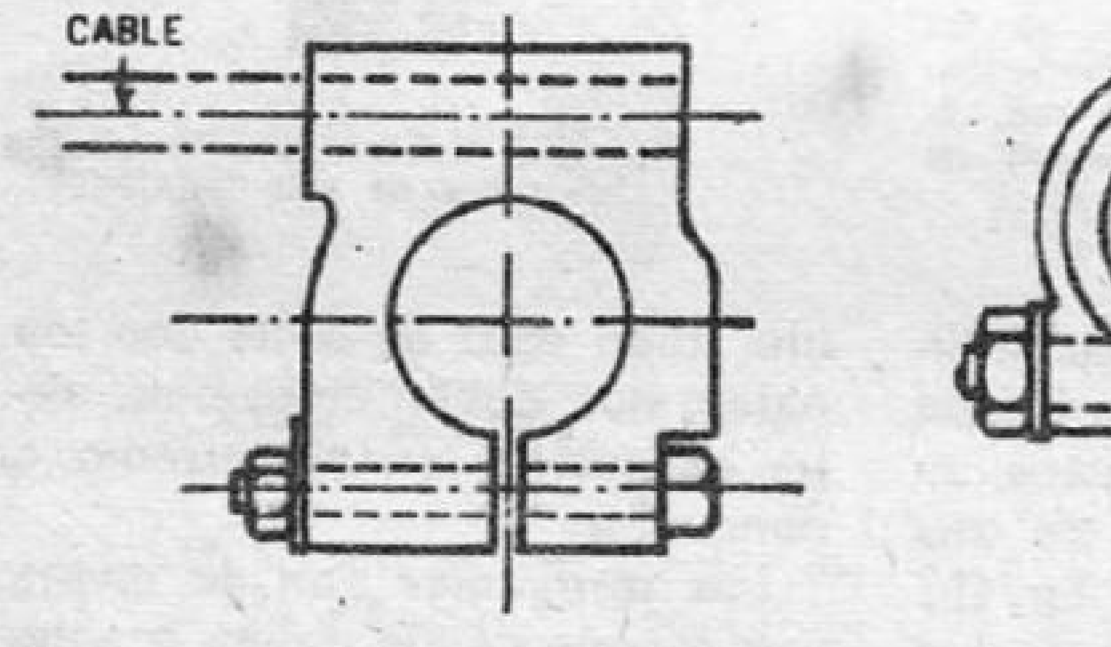
Fig. 297. Tipos de terminales para la unión de conductores.

267. Colocación de los terminales

La forma de proceder es la siguiente: 1) sacar cuidadosamente la longitud de aislante suficiente para que el cable desnudo penetre en la cavidad del terminal; 2) rascar bien la superficie del cable desnudo y el interior del terminal para que la soldadura se aplique sin alteración alguna; 3) con una pinza retorcer los hilos de manera que el cable tenga una forma compacta; aplicar soldadura en cantidad suficiente y colocar su extremo dentro de la cavidad del terminal.

Se sujeta ahora el cable en un tornillo de banco y se aplica la llama de un soldador, cuidando de no destruir el aislante; esto se consigue envolviéndolo con un trapo humedecido, de manera que la llama no toque el aislante. Observe cómo se va fundiendo la soldadura, evitando que ni el terminal ni el cable se calienten al rojo.

Luego se sumerge este extremo (cable y terminal) en una solución de sal de amoníaco. Vuélvase ahora a aplicar la llama (habiendo previamente rellenado con soldadura las cavidades donde pueda introducirse) hasta que la soldadura se funda totalmente, formando un conjunto homogéneo el cable y el terminal. Es de suma importancia mantener fijo el terminal hasta que la soldadura se ha enfriado totalmente, lo cual requiere varios minutos.



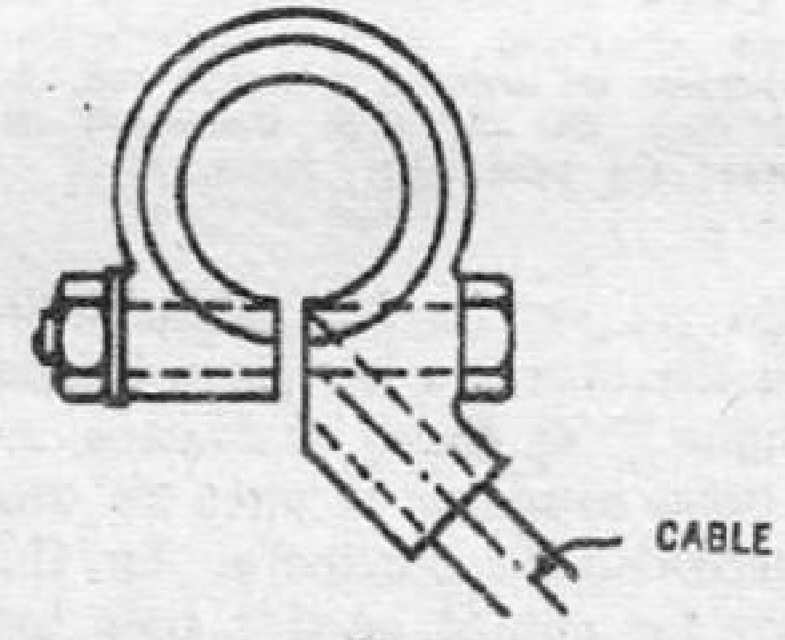


Fig. 298. Terminales empleados para conectar las baterías con la línea y con el chasis.

Si el terminal es de la batería de acumuladores, debe cuidarse que toda su superficie y el extremo del cable queden bien cubiertos de una capa de soldadura; de lo contrario, el ácido corroerá bien pronto la conexión. Antes de colocar el terminal ya soldado, debe limpiarse cuidadosamente el borne de

la batería al cual se va a aplicar; una vez colocado y apretado el tornillo de fijación, es recomendable untar todo con vaselina neutra, para prevenir los efectos destructivos del ácido sulfúrico.

Es aconsejable emplear pasta de soldar hecha a base de resina o cualquier pasta no corrosiva; así se consigue hacer una soldadura muy nítida y se evita que tanto el cable como el terminal se vean atacados por la acción de ácidos que, con el tiempo, destruyen las superficies en contacto.

268. Unión de un cable

Debido al sistema compacto con que se acostumbra a hacer las instalaciones de los autos, a veces es necesario unir un cable por haber inutilizado una parte del mismo, por un cruce, por destrucción del aislamiento, etcétera. Tales uniones sólo se hacen con los cables del alumbrado o de algún servicio secundario, pero nunca, absolutamente nunca, con los de alta tensión, con los del motor de arranque, ni con el que va de la dínamo a la batería.

Hasta un cable de servicio secundario debe unirse o emplearse solamente en aquellos casos en que sacarlo totalmente para reemplazarlo por otro nuevo representa una complicación por pasar por lugares que entorpecerían en extremo su cambio. Así, pues, sólo como último recurso se recurre al empalme de los cables; téngalo bien en cuenta para usar este medio lo menos posible.

Las normas que deben prevalecer para hacer la unión deben ser que, "una vez empalmados los hilos, deben quedar asegurados mecánica y eléctricamente sin soldadura alguna; entonces debe soldarse la unión para asegurar su conservación y, finalmente, recubrirla con aislante igual al de los conductores". Tales son las indicaciones que estipula el Comité Nacional de los Estados Unidos de las Compañías de Seguros contra el Fuego.

El empalme de un cable comprende seis etapas, descritas gráficamente en la figura 299: (1) representa cómo de cada cable a empalmar se debe sacar cierta longitud de aislante, limpiar bien los hilos y abrirlos en forma cónica; (2) indica cómo deben intercalarse, uno a uno, los hilos de los dos cables; (3) representa cómo se deben retorcer, envolviendo el cable opuesto; (4) muestra el aspecto que ofrece el empalme, con lo cual queda bien satisfecha la condición impuesta por el Comité de las Compañías de Seguros: "una vez empalmados los hilos, deben

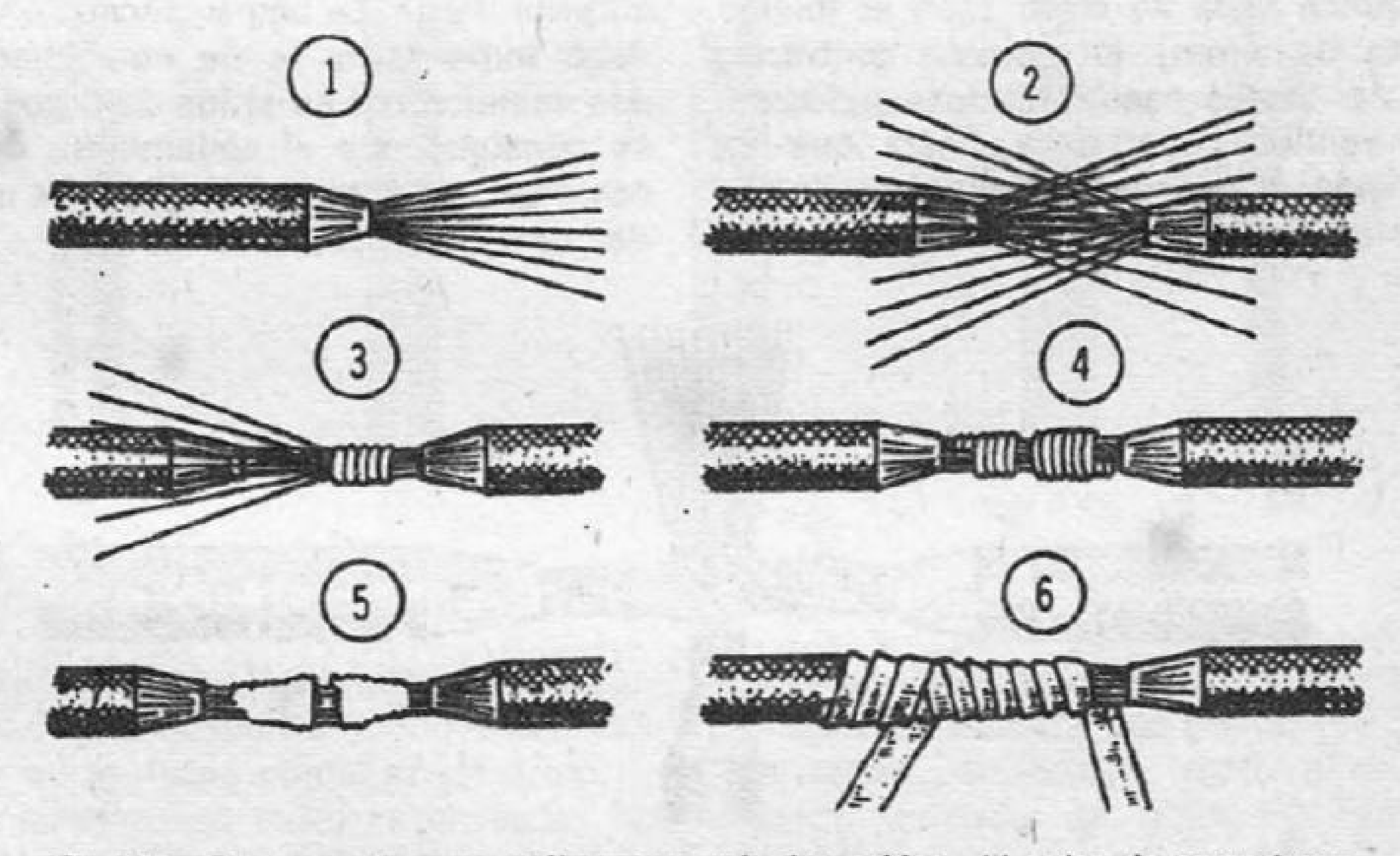


Fig. 299. Diversas etapas a realizar para unir dos cables. El orden de operaciones indicadas con los números explican por sí mismas la técnica operatoria.

quedar asegurados mecánica y eléctricamente"; (5) enseña el proceso de soldar la unión; y finalmente, (6) indica cómo se aplica la cinta aislante para satisfacer la condición impuesta de que "el empalme debe ser recubierto con aislante igual al de los conductores".

El aislamiento, o sea, la etapa (6), es la más descuidada, siendo ésta la causa del mal resultado de los empalmes. Ello es debido a que, para terminar más pronto, no se efectúa esta operación con el debido cuidado. He aquí cómo debe procederse: 1) dar una capa de cinta aislante, de tal forma que el avance por cada vuelta no sea de más de 3 mm; 2) envolver con una segunda capa de cinto (con el mismo paso de 3 mm) en sentido contrario; 3) dar tantas capas de cinta aisladora, en sentidos contrarios, hasta que se alcance el espesor del aislante de los cables empalmados; 4) envolver entonces con una última capa de cinta, de manera que empiece, bien adherida, sobre unos 15 mm del aislante. Aplicar sobre todo el conjunto una capa de barniz aislante para que lo proteja de la acción de la húmedad.

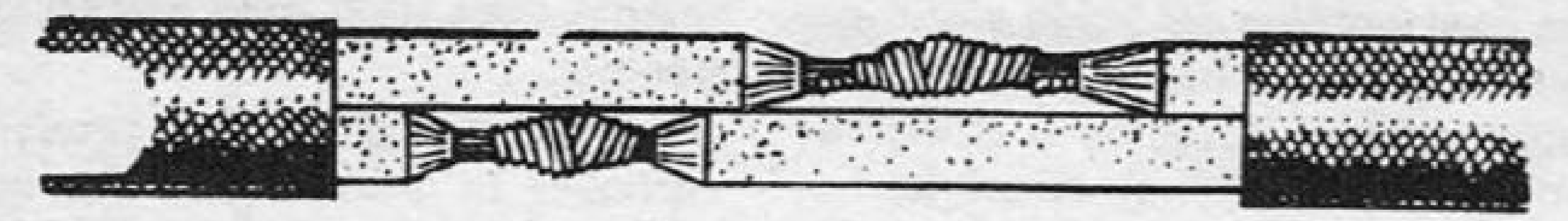


Fig. 300. Disposición para unir dos cables dobles, alternando los puntos de unión para que quede aislante interpuesto.

Un empalme hecho en estas condiciones asegura a los cables unidos las mismas condiciones que si fuese un solo conductor. Proceda siempre en esta forma para asegurar una calidad de trabajo que es el sello distintivo de todo operario de primera clase.

269. Unión de dos cables

La manera de preparar los extremos de los cables es similar a la explicada anteriormente. La única precaución que debe tomarse es la de empalmar los dos conductores en sitios distintos; así se consigue que el aislamiento de un cable se enfrente siempre con la unión del otro (fig. 300).

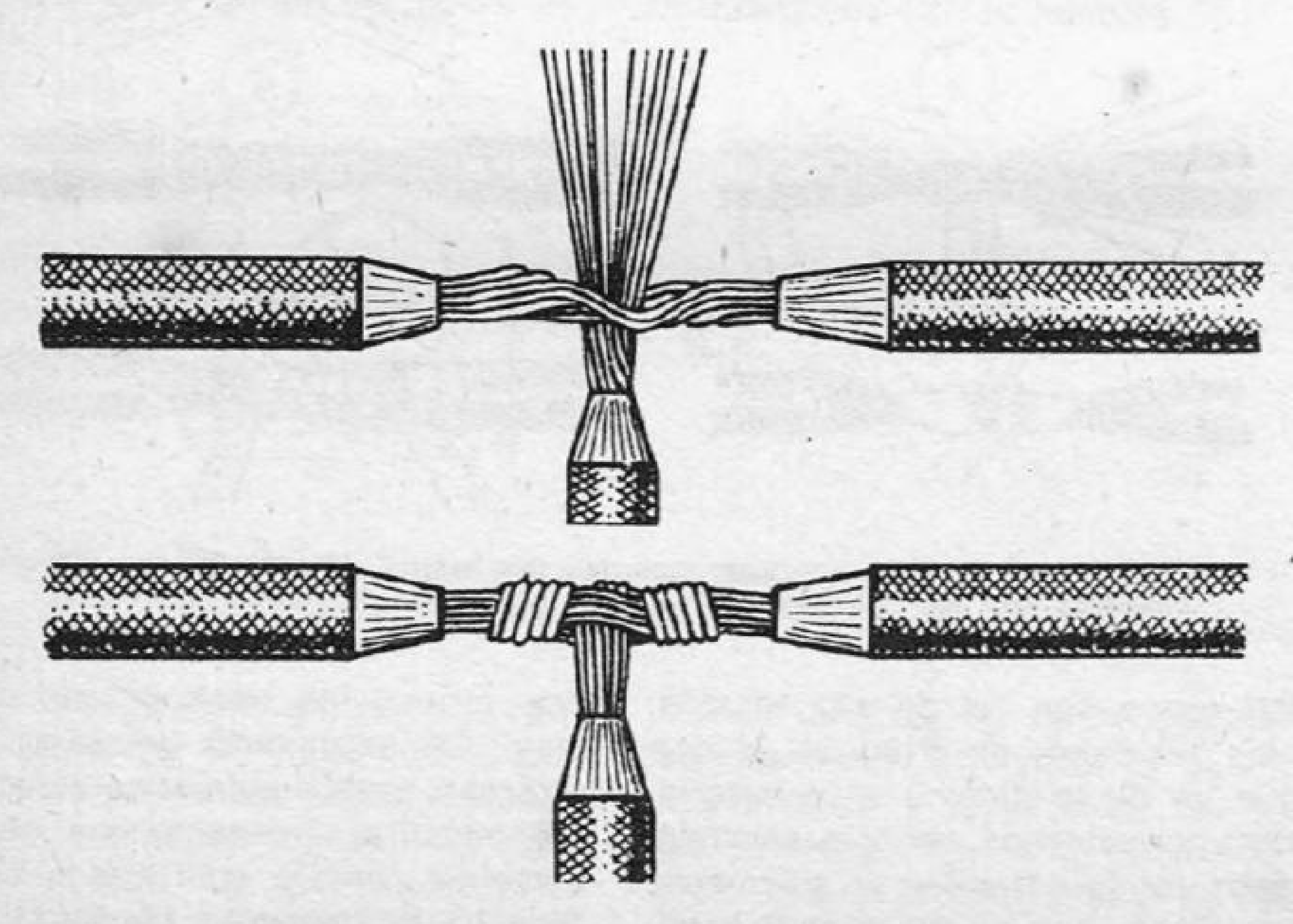


Fig. 301. Unión de dos cables en T. La técnica es similar a la de las operaciones anteriores, con la diferencia de que ahora sólo un cable es el que envuelve al otro.

Es necesario tener mucho cuidado en no destruir el aislamiento del otro conductor al efectuarse la soldadura, lo que se consigue envolviéndolo con un trapo bien mojado. Desde luego, las mismas normas rigen respecto de la capa final, que ahora envolverá a los dos cables.

270. Unión de dos cables en T

Esta forma de empalme se emplea para sacar una derivación de un cable principal. Su técnica se explica gráficamente en la figura 301; consiste en abrir por su mitad el haz de conductores que forman el cable, pasar entre ellos el trozo del otro cable que se va a empalmar y luego retorcer la misma cantidad de hilos a cada lado (ver figura inferior), formando así un conjunto mecánicamente sólido y que asegura un perfecto contacto eléctrico.

Consideramos inútil recomendar las condiciones necesarias para que se efectúe una soldadura perfecta: limpiar los hilos, retorcerlos con unas pinzas, emplear soldadura adecuada y, finalmente, aplicar trapos mojados sobre las partes aislantes para evitar su destrucción por la acción del fuego. Luego seguir las mismas normas referentes a la aplicación de la cinta aislante y a la capa de barniz para asegurar su aislamiento perfecto y un acabado similar al que se obtiene en los talleres de las fábricas de automóviles.

271. Terminales en O

En circuitos secundarios, donde se emplean cables de poca sección, formados por pocos hilos finos, a veces es preferible hacer un terminal O.

Todo el proceso de hacer esta forma de unión se representa gráficamente en la figura 302 . En (a) indicamos el trozo de cable que es necesario sacarle el aislamiento, operación ésta muy delicada porque debe hacerse evitando que ninguno de los alambres que forman el cable se rompa. Una vez conseguido esto y limpiadas sus superficies con un cortaplumas, se separan en dos haces de igual número de hilos, como presentamos en (b); hecho esto, se retuercen, como vemos en (c), formando de esta manera dos cablecitos. Así las cosas, se coloca entre ellos un cuerpo redondo, se retuercen bien y se obtiene el ojo o terminal en O que le señalamos en (d). Se fija este conjunto con una capa de soldadura o con unos ojales extensibles que se adaptan mediante una pinza especial.

Desde luego, esta forma de terminal puede hacerse de manera que permita, a un mismo cable, interconectar varios circuitos, bastando hacer una sucesión de O a las distancias convenientes, según vemos en (e).

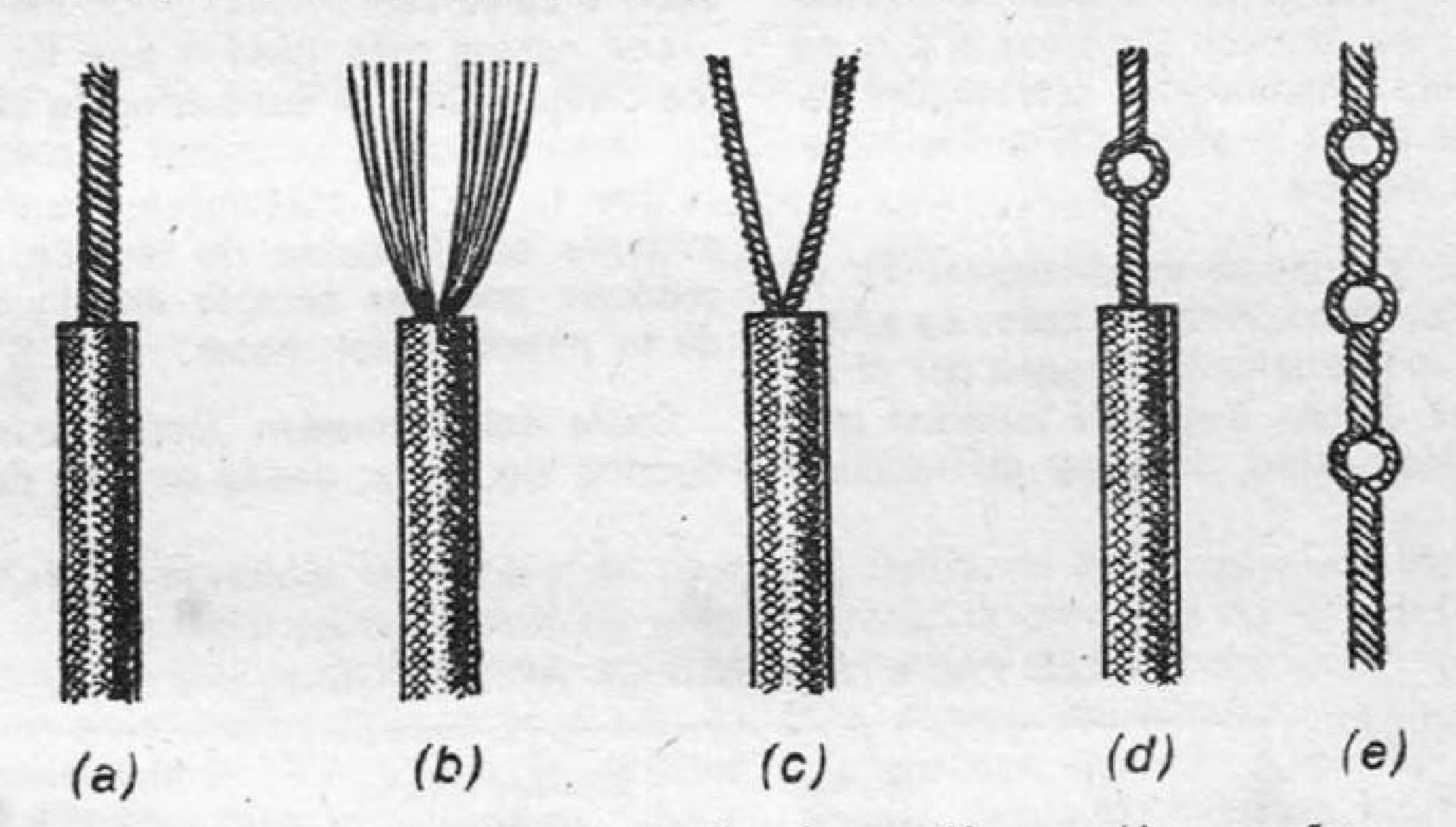


Fig. 302. Forma de hacer los anillos de conexión en cables pequeños.

Capítulo XXX

CABLES NECESARIOS

272. Distintas clases de cables

En las instalaciones de los automóviles se consumen fuertes intensidades a una tensión de unos 6 V o se requieren intensidades sumamente reducidas a una presión de varios millares de voltios.

Cable del motor de arranque. Es el de mayor sección de un auto; se admite que la intensidad que pasa por él es de unos 300 A. Según la longitud que tenga este cable, debe ser su sección. La tabla 11 indica los valores más adecuados teniendo en cuenta su longitud total, es decir, desde la batería a la conexión del chasis, más la distancia desde la batería al interruptor o contacto de puesta en marcha, más la distancia desde este punto hasta el borne del motor, sumándose luego el trozo de cable que haya desde el borne del motor hasta el contacto a la masa; la suma de estas cuatro longitudes es la que determina la clase de cable que debe emplearse.

Los cables más usados son los de los calibres 00 y 0, aunque como cable de repuesto se acostumbra a colocar calibre 1. Es una costumbre que debe evitarse por la caída de tensión que produce, con una notable disminución de la potencia del motor.

Cable del generador. Comprende el circuito siguiente: desde un polo de la dínamo, a masa (generalmente, el polo negativo); desde el otro polo de la dínamo, a los aparatos de control y de ahí al amperímetro, desde donde va al polo de la batería que no está conectado a masa.

Es necesario que este cable sea de una sección excesiva porque sirve no

Tabla 11

CABLES PARA MOTORES DE ARRANQUE

Calibre (B & S)	Diámetro (mm)	Longitud máxima (m)	Diámetro exterior máximo (mm)	Espesor del aislante mínimo (mm)
000	10,4	3,0	19	2,0
00	9,3	2,3	17,9	2,0
0	8,2	1,85	15,9	2,0
1	7,3	1,85	15	2,0

sólo para recibir la energía eléctrica de la generatriz, sino también para alimentar todo el sistema eléctrico (excepto el motor de arranque). La determinación del calibre más conveniente podremos evaluarlo sirviéndonos de la tabla 12, una vez sabida la intensidad, en amperios, que entrega la dínamo y la longitud del cable del circuito desde la generatriz hasta la batería de acumuladores.

Tabla 12

CABLES PARA DINAMO DE AUTOMOVIL

Intensidad de la dínamo (A)										
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	Calibre (B & S)
	2.6	2.9	3.3	3.7	4.1	4.6	5.2	5.8	6.5	Diámetro neto (mm)
20	1,50	2,00	2,50	3.00	3.80	4,90	6,00	....	....	
30	....	....	1.50	2,00	2,60	3,20	4,00	....	....	
40	....	....	....	....	2,00	2,50	3,00	....	....	
50	....	....	....	....	1,50	2,00	2,50	3,00	....	
60	....	....	....	....	....	....	2,00	2,50	3,00	
70	....	....	....	....	....	....	1.80	2.15	2.75	

Longitud total del cable (m)

Para comprender la manera de usar esta tabla supongamos que debe colocarse un cable nuevo del circuito de la generatriz. Sabemos que produce una intensidad de 50 A y que la longitud total del circuito es de 2,50 m. Observando el punto de intersección entre la intensidad de 50 A y la longitud de 2,50m, vemos que corresponde un cable de calibre B&S 14 (para el núcleo), que equivale a un diámetro exterior de unos 5 mm (vea la tabla 13).

Cable de alta tensión. Alimenta las bujías y forma el circuito que sale del secundario de la bobina y va al distribuidor.

Este cable se caracteriza por tener un aislamiento de primerísima calidad, pues la tensión que por él circula tiene un mínimo de unos 8 000 V, llegando en ciertos casos a la impresionante cifra de más de 10 000 V. Acerca de las cualidades de este cable insistiremos luego.

Las dimensiones del cable no se rigen por la intensidad que por él circula, ya que acostumbra a ser de 0,1 A, sino por la rigidez que debe tener su conjunto. Generalmente se emplean dos tipos de cable: de 9 y de 7 mm de diámetro exterior, que corresponden, respectivamente, a los calibres 16 y 14 de la clasificación o sistema B&S.

Cable de las lámparas. Sirve para enviar la corriente de la batería a los faros y a las diversas luces del coche. El círculo de alimentación parte del interruptor general o distribuidor de luces, desde donde va a las lámparas correspondientes.

Generalmente, para los faros se acostumbra a emplear cable 14 o 12 de la clasificación americana B&S. Para las otras lámparas, en general, el calibre B&S 16 es muy empleado (vea la tabla 13).

273. El cable de alta tensión

Por la importancia que tiene en el funcionamiento del automóvil, diremos algo acerca del cable que alimenta las bujías y la forma adecuada de hacer su instalación.

Se emplean tres procedimientos distintos para bifurcar los cables desde

el distribuidor hasta las bujías. El primero consiste en disponer los cables sueltos o, a lo sumo, sujetos por simples arandelas o piezas de sujeción; el segundo sistema utiliza tubos de sustancias aislantes, como fibra, para hacer pasar por ellos los cables; el tercer procedimiento conduce los cables en tubos metálicos conectados a masa.

El primer sistema se utiliza cuando la distancia entre las bujías y el distribuidor es muy corta. Los cables no sufren rozamiento alguno y pueden quedar libres, sin ninguna sujeción.

El segundo procedimiento es bueno desde el punto de vista de la protección de aislamiento de los cables, pero, considerado eléctricamente, ofrece la desventaja de que el sistema del conjunto de los cables puede adquirir, por efectos de la capacidad eléctrica, una sobretensión peligrosa por su aislamiento de la masa.

El tercer método es excelente desde el doble aspecto de la protección del cable y por su constante contacto del conducto metálico con el chasis, que evita el inconveniente de que los cables queden cargados electrostáticamente. También tiene su desventaja: la pérdida de tensión ocasionada por las fugas o por los agujeros microscópicos, que establecen verdaderas derivaciones del alma del cable con la masa; esto es motivado, desde lue-

Tabla 13

SISTEMA B & S o AWG. HILOS Y CABLES

Número (B & S o AWG)	Diámetro neto (mm)	Sección neta (mm²)	Resistencia por metro (Ω)	Intensidad máxima (A) Aislamiento de goma	cable armado barniz etc.	Diámetro exterior máximo (mm)	Espesor mínimo del aislante (mm)
0000	11,64	106,72	0,000165	210	312	21,2	2,0
000	10,41	84,95	0,000210	177	262	19,4	2,0
00	9,27	67,50	0,000266	150	220	17,9	2,0
0	8,25	53,46	0,000332	127	185	16,2	2,0
1	7,35	42,43	0,000423	107	156	15,5	2,0
2	6,54	33,60	0,000535	90	131	12,5	1,7
3	5,83	26,70	0,000674	76	110	11,6	1,5
4	5,19	21,16	0,000850	65	92	10,7	1,2
5	4,62	16,76	0,001070	54	77	9,9	1,2
6	4,12	13,33	0,001350	46	65	9,3	1,1
7	3,66	10,52	0,001710	40	54	8,7	1,1
8	3,26	8,35	0,002142	33	46	8,1	1,0
9	2,91	6,65	0,002720	28	39	7,5	0,9
10	2,59	5,27	0,003407	24	32	7,0	0,8
11	2,31	4,19	0,004300	20	27	6,6	0,8
12	2,05	3,30	0,005425	17	23	6,2	0,8
13	1,83	2,63	0,006850	14	19	5,8	0,7
14	1,63	2,09	0,008640	12	16	5,4	0,7
15	1,45	1,65	0,010835	9	12	5,2	0,6
16	1,29	1,31	0,013720	6	8	5,1	0,6

go, por la elevadísima presión eléctrica que actúa en este circuito con respecto del chasis.

El cable de alta tensión tiene que contrarrestar el efecto del calor, tan perjudicial para la conservación de la materia aislante que constituye su protección eléctrica. En efecto, en el recinto donde está alojado el motor (que es donde hay estos cables) reina una temperatura de unos 80° C, mientras funciona el ventilador; al detener su funcionamiento, alcanza durante cierto tiempo hasta unos 100° C; esto es perjudicial para la cubierta aislante de los cables de alta tensión. Cuando deba cambiar un cable de esta clase, es necesario asegurarse que su calibre sea el adecuado y que su aislante sea capaz de resistir la fuerte presión eléctrica que debe soportar; finalmente, que su calidad no se deteriore por la acción del calor.

Estos cables deben resistir, asimismo, otros elementos destructivos: a) la gasolina y el aceite disminuyen grandemente el poder aislante de la cubierta de los cables; la gasolina, debido a su rápida evaporación, no ofrece ninguna dificultad grave, a no ser que reseca la goma; el aceite, en cambio, impregna el aislante; b) las vibraciones mecánicas o la trepidación del bloque del motor hacen que los cables de ignición sufran un trabajo molecular que puede llegar a perjudicarlos; se aminora este efecto dando a los cables una cierta flexibilidad que amortigüe las vibraciones; esto se consigue construyéndolos en forma de un haz de muchos alambres, empleando como aislante una sustancia que no propague las vibraciones mecánicas, como la goma relativamente blanda; c) que el material aislante sea de fabricación muy homogénea, para evitar las perforaciones microscópicas, las cuales ocasionan pérdidas de tensión.

274. ¿Qué es el sistema B & S o AWG?

Para uniformar las dimensiones de los conductores y los cables, en los Estados Unidos de Norte América se creó un sistema de medidas especial que se denomina American Wire Gage, que significa medida americana de hilos y que se expresa, abreviadamente, por sus tres iniciales: AWG. Indistintamente, se lo conoce también con la denominación de sistema de calibres Brown & Sharp, cuyas iniciales, B&S, pueden también emplearse.

La tabla 13 expresa los valores correspondientes a esta clasificación, sus equivalencias con el sistema métrico decimal y otras particularidades, que se designan claramente. Hemos concretado la clasificación hasta el calibre 16 por comprender las dimensiones de los cables utilizados en las instalaciones de los automóviles.

La tabla 13 merece algunos comentarios aclaratorios. En primer lugar veamos el significado de los encabezamientos de las columnas.

El número de la clasificación se refiere al tipo de cable que debe usarse. El diámetro se entiende el que tendría una barra maciza que tuviese la misma cantidad de cobre que el número de alambres que constituyen el cable. La sección es la que corresponde a un conductor macizo equivalente a la sección neta del cable. La resistencia, en ohmios por metro, es la que presenta el cable en las condiciones de temperatura del ambiente, o sea, unos 20° C. La intensidad máxima, en amperios, es la que puede soportar el cable sin experimentar una elevación de temperatura excesiva; por esto, los cables con cubierta de goma dejan pasar menos intensidad que otras clases de aislantes. El diámetro exterior es medido sobre el aislamiento y puede variar en alguna décima de milímetro. El espesor mínimo del aislante depende de la tensión para la cual se hacen los cables; las dimensiones indicadas en esta columna son las menores que se fabrican.

Veamos algunas aplicaciones de esta tabla.

Supongamos que se quiere saber el calibre más adecuado para dejar pasar una corriente de 150 A. Si el cable tiene aislamiento de goma, el calibre más adecuado es el 00.

Si nos preguntan la sección neta de este cable, diremos que es de 67,5 mm². Acerca de su resistencia eléctrica, vemos que es de 266 millonésimas de ohmio por metro de cable.

Aplicando los conocimientos anteriores, cabe preguntarse: si el motor de arranque de un auto consume 200 A, ¿conviene emplear cable de calibre 1, como acostumbran a hacerlo muchos talleres de reparación de automóviles? Consultando la tabla, vemos que la máxima intensidad permisible a un cable de este calibre es de 107 A, por lo tanto, se producirá una pérdida de energía eléctrica de la batería. Acerca de este asunto presentaremos más adelante un ejemplo, donde veremos la disminución de la potencia del motor motivada por el empleo de un cable inadecuado.

275. Sección

Aunque pueda parecer fuera de lugar, consideramos oportuno decir algunas palabras acerca de la sección de los conductores y de los cables empleados en electricidad[1].

Se entiende por sección el número de milímetros cuadrados que tiene un conductor en un corte hecho perpendicularmente a su longitud. Los conductores empleados en las instalaciones eléctricas son de sección cuadrada, rectangular y circular.

La sección o área de estas tres clases de conductores se encuentra en la siguiente forma:

Sección cuadrada. Se multiplica el lado por sí mismo; el producto representa el número de milímetros cuadrados que tiene la sección del conductor. Así, por ejemplo, si tenemos una barra de 3 mm de lado, la superficie será de $3 \times 3 = 9$ mm².

[1] Ver nuestra *Geometría industrial*, donde se describe (con numerosas aplicaciones prácticas) el uso de estas fórmulas.

Sección rectangular. Se multiplican la longitud del lado mayor por la del menor. En consecuencia, si tenemos una barra de 3 mm en el lado menor y de 5 mm en el mayor, el área de una sección de este conductor será de $3 \times 5 = 15$ mm².

Sección circular. Es la forma más empleada de conductor. El valor de la sección se determina fácilmente con la siguiente fórmula:

$$0{,}7854 \times \text{diámetro} \times \text{diámetro}$$

Es decir que la cantidad constante, 0,7854, se multiplica por el diámetro y luego otra vez por el diámetro, lo que en matemática se denomina el diámetro al cuadrado. Consideremos que se desea averiguar la sección de un conductor circular que tienen un diámetro de 3 mm; aplicando la fórmula anterior, tendremos:

$$0{,}7854 \times 3 \times 3,$$

o sea,

$$0{,}7854 \times 9 = 7{,}0686 \text{ mm}^2.$$

Luego, ese conductor tiene una sección de casi 7,07 mm².

La sección de los cables se determina averiguando primero el área de uno de los alambres que lo componen y multiplicando luego ese resultado por el número de conductores: el resultado es lo que se denomina la sección neta o verdadera del cable.

En la tabla hemos visto que la clasificación AWG establece para cada tipo un determinado valor de sección. Pues bien (y este detalle es muy importante), dicha sección representa la de un conductor circular, macizo, que tenga el diámetro y la superficie seccional especificados, pero como se trata de cables, resulta que pueden estar construidos con distintas combinaciones de número de conductores, con tal que la superficie de todos ellos sea la que corresponde a dicho calibre. Es así, por ejemplo, que un cable AWG 16 puede estar compuesto de las siguientes combinaciones:

12 alambres de calibre 27 }
16 alambres de calibre 28 } = cable AWG 16.
19 alambres de calibre 29 }

Y así con otros tipos de cable. Por lo tanto, lo que interesa es la sección neta, dependiendo la composición del número de alambres que forman el cable del fin a que se destina.

276. Densidad de corriente

Se denomina así al número de amperios que circula por cada milímetro de sección neta de un conductor. Este valor tiene mucha importancia práctica porque sirve para establecer las posibilidades de utilización de los conductores, para estudiar sus cualidades en distintos usos y, sobre todo, para limitar la intensidad a un valor que permite la disipación del calor según su clase de aislamiento y lugar donde está alojado. Es así que los conductores con cubierta de goma deben tener una densidad de corriente inferior a cuando el aislamiento es de esmalte, algodón, etcétera; que en un alambre alojado en la ranura de un inducido, con poquísima ventilación, debe limitarse su densidad de corriente, etcétera. Por lo tanto, cuando para un determinado trabajo se especifique la densidad de corriente máxima, respétela, con lo cual tendrá el mejor resultado posible.

El valor de la densidad de la corriente se determina dividiendo la intensidad, en amperios, por el número de milímetros cuadrados que tiene la sección del conductor.

EJERCICIO PRACTICO

Por un conductor de cobre, cuyo diámetro es de 4 mm, circula una corriente de 50 A. Se desea saber la densidad de la corriente en ese conductor.

Solución

Empezaremos por calcular la sección aplicando la fórmula anterior, con lo cual vemos que es de

$$0{,}7854 \times 4 \times 4,$$

o sea,

$$0{,}7854 \times 16 = 12{,}5 \text{ mm}^2.$$

Siendo la intensidad de 50 A, tendremos

$$\text{Densidad de corriente} = 50 \text{ A} \div 12{,}5 \text{ mm}^2 = 4 \text{ A}.$$

Luego, la densidad de corriente que pasa por este conductor es de 4 A por milímetro cuadrado de sección.

277. Caída de tensión

La presión eléctrica de la batería va disminuyendo a medida que la electricidad se propaga hasta los consumidores: motor de arranque, faros, etcétera. Esta disminución del voltaje se evalúa multiplicando la resistencia del cable por la intensidad. Por consiguiente, si una corriente de 3 A pasa a lo largo de un conductor cuya resistencia sea de 5 Ω, la caída de tensión será de

$$3 \text{ A} \times 5 \Omega = 15 \text{ V}.$$

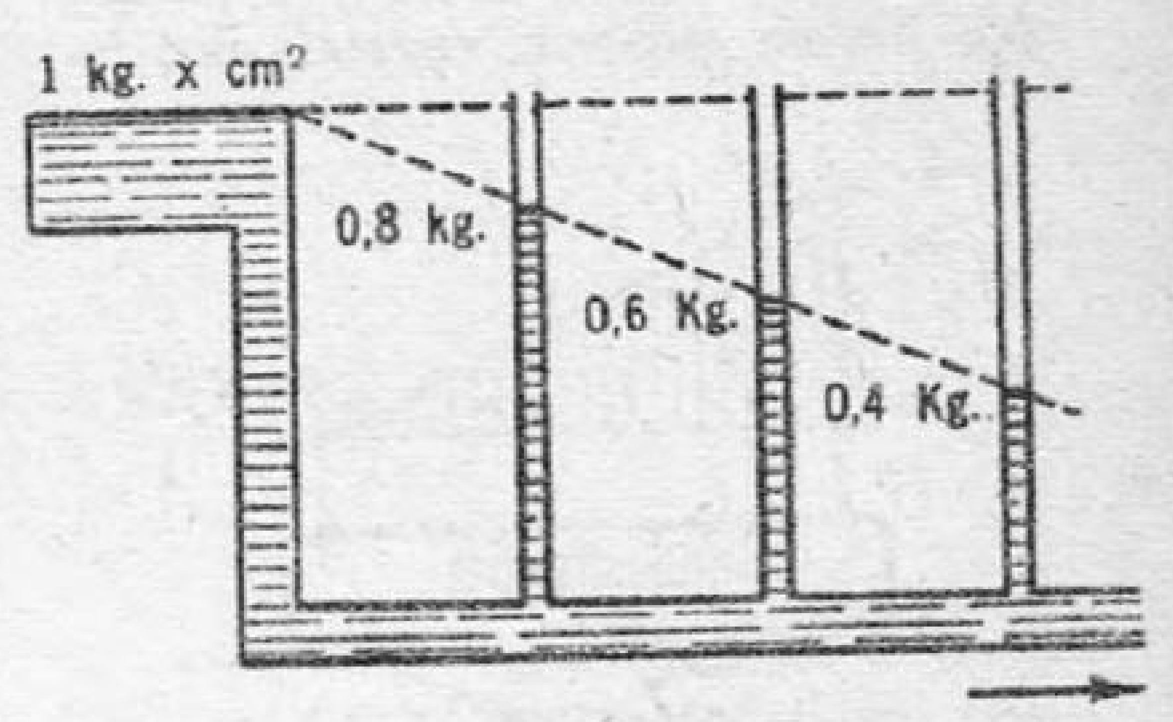


Fig. 303. Demostración de la disminución de presión hidráulica.

La figura 303 representa la disminución de presión en las tuberías de una instalación hidráulica, efecto que se acentúa a medida que se aleja de la fuente de energía. En los circuitos eléctricos sucede algo parecido, pues para vencer la resistencia que oponen los conductores al avance de la electricidad la presión eléctrica (voltaje) va gastándose, disminuyendo a lo largo de la línea; es lo que se ilustra en la figura 304, que indica cómo la tensión de 6 V se gasta íntegramente en el circuito externo representado por una resistencia. Es evidente que si hubiera varias resistencias interconectadas en serie, cada una de ellas producirá una disminución de voltaje (caída de tensión) proporcional al valor de su resistencia. Lo que acabamos de explicar tiene una gran importancia práctica en las instalaciones eléctricas en general y, sobre todo, en las que funcionan a baja tensión, como ser los circuitos de los automóviles alimentados por la

presión eléctrica de la batería del coche que es de 6 V.

Veamos un caso práctico para fijar las ideas.

Consideremos un motor de arranque que, para romper la adherencia del aceite entre los pistones y cilindros, ejes, bielas, etcétera, necesita una in-

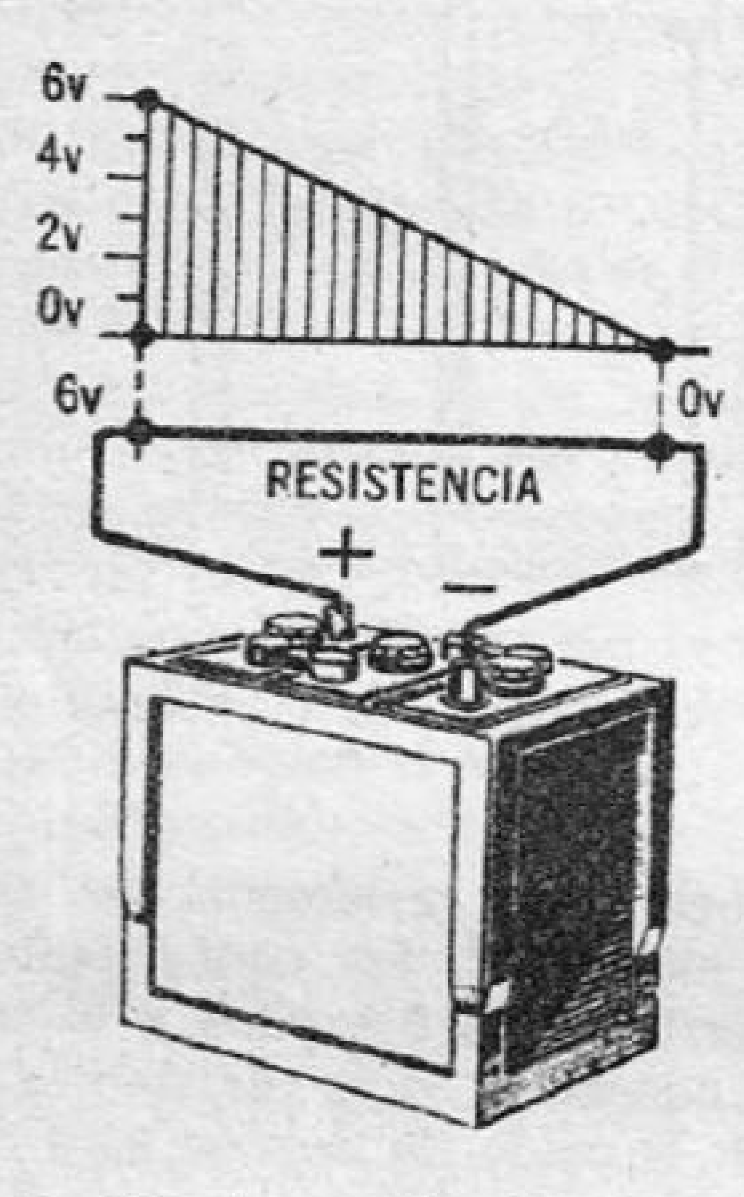


Fig. 304. La presión eléctrica se gasta a lo largo de los conductores.

tensidad de 250 A a una tensión de 6 V. Esto representa una potencia eléctrica de

$$250\ A \times 6\ V = 1500\ W$$

Recordando que 1 CV de potencia equivale a 736 W, vemos que este motor eléctrico desarrolla una potencia de

$$1500 \div 736 = 2{,}2\ CV$$

y esto admitiendo que el cable que une la batería con el motor no tiene resistencia, lo cual no es cierto. Supongamos que nuestro cable ofrece la minúscula resistencia de 4 centésimas de ohmio, o sea 0,04 Ω. ¿Cuál será la caída de tensión que producirá a la presión eléctrica de la batería? Desde luego, es muy difícil averiguarlo; según hemos visto antes, su valor lo hallaremos multiplicando la intensidad por la resistencia, o sea

$$\text{disminución de voltaje} = 250 \times$$
$$\times\ 0{,}04\ \Omega = 1\ V$$

Es decir que hemos perdido 1 V de presión eléctrica, lo cual significa que si la batería tiene una tensión de 6 V, en los bornes del motor de arranque sólo llegarán 6 V – 1 V = 5 V.

¿Qué efectos tiene este hecho, al parecer insignificante, sobre la marcha del motor eléctrico? Vemos a verlo en seguida. Empecemos por determinar la potencia que tendrá ahora el motor de arranque. Será de

$$250\ A \times 5\ V = 1250\ W,$$

o sea, en caballos,

$$1250 \div 736 = 1{,}7\ CV,$$

que, con respecto al caso anterior, es una disminución de

$$2{,}2\ CV - 1{,}7\ CV = 0{,}5\ CV.$$

Es decir que en un motor de unos 2 CV hemos perdido nada menos que la cuarta parte de su potencia, cuyo efecto se hará sentir haciendo difícil y a veces imposible el arranque del motor del coche.

Debido a estos efectos, en los Estados Unidos de Norte América se ha establecido que los cables de los motores de arranque deben reunir las dos condiciones siguientes:

1) Que sean capaces de permitir el paso de corrientes de 400 W;

2) Que la caída de tensión producida por estos cables no exceda de 0,25 V, es decir, un cuarto de voltio.

Capítulo XXXI

COMO SE LOCALIZAN LAS AVERIAS

278. Conceptos generales

Para que la electricidad circule desde la fuente de producción o de almacenamiento (acumulador) hasta los consumidores de energía (lámparas, motor de arranque, etcétera), es indispensable que haya un camino metálico, denominado circuito, que constituye el alambrado.

En las instalaciones de los autos se utiliza el sistema de alambrado con un solo conductor, con retorno por la masa del chasis; es lo que se llama circuito a masa. Esto exige un excelente aislamiento de los hilos con toda parte metálica del coche; de lo contrario, la electricidad se derivaría a ella por la tendencia que tiene de seguir siempre el circuito más corto (de donde proviene el nombre del cortocircuito); también se llama cruce.

Luego, una de las averías es que un conductor haga contacto con la masa, no llegando la corriente al punto que debería. Otra causa de avería la constituye que el conductor se rompa; lo mismo que cuando se obstruye una cañería de agua no pasa el líquido, un conductor roto impide que pase la electricidad; se dice que el circuito está abierto.

Circuito exterior es el formado por el alambrado, y circuito interior, el que empieza en los bornes de un instrumento, máquina, accesorios, batería, etcétera. Por lo tanto, desde el borne de entrada hasta el de salida de un amperímetro, motor de arranque, dínamo, acumulador, etcétera, todo lo comprendido dentro, entre estos dos bornes, forma su circuito interior.

Pues bien, todo lo que sucede en los circuitos eléctricos, cuando funciona mal, es que se ha roto un conductor o se ha producido un cruce entre dos conductores o con la masa. La rotura puede estar en el circuito interior o en el exterior, lo mismo que en el cruce; en ambos casos, la electricidad se desvía por otro camino, sin llegar a donde debía efectuar un determinado efecto.

Toda la técnica de la localización de las fallas o averías consiste en determinar si se ha producido la rotura de un conductor (en el circuito interno o en el externo) o una derivación con la masa u otro circuito.

279. Instrumentos necesarios

El amperímetro es el aparato más indicado para localizar el circuito donde reside una avería. Si mediante un conmutador podemos conectarlo a los diversos circuitos, su indicación nos señalará inmediatamente si hay un cruce (deflexión máxima de la aguja) o una apertura del circuito en examen (la aguja no se desvía).

En resumen: necesitamos aparatos que nos permitan comprobar el paso o no de la corriente. Podemos utilizar los siguientes:

a) El voltímetro: acusa la tensión eléctrica que hay entre los dos puntos que se hace contacto con los bornes

del instrumento. Si la batería tiene una tensión de 6 V, un voltímetro de una escala mínima de este valor es muy indicado para saber si la corriente llega hasta el punto donde se hace contacto. Luego, el voltímetro solamente indica si hay o no rotura del circuito hasta el punto mismo donde se conecta, pero no señala si después de este punto hay un cruce o derivación a masa.

b) La lámpara eléctrica (para 6 V) es un precioso auxiliar para localizar si la corriente llega o no hasta un determinado punto; basta conectarla entre este punto y la masa para ver si se enciende. La lámpara debe montarse con dos cables (de excelente aislamiento) de unos 50 cm, (fig. 305), terminados con dos mangos de madera y unas puntas de cobre desnudas. Hay especialistas que prefieren (en vez de puntas) terminales cocodrilo, que permiten establecer permanentemente el circuito y observar los efectos. Esta solución es buena y mala, porque si hay un cruce, la batería se descarga enormemente; consideramos que lo mejor es emplear un cable con un terminal cocodrilo y el otro cable con punta de cobre, y así se tienen las dos ventajas.

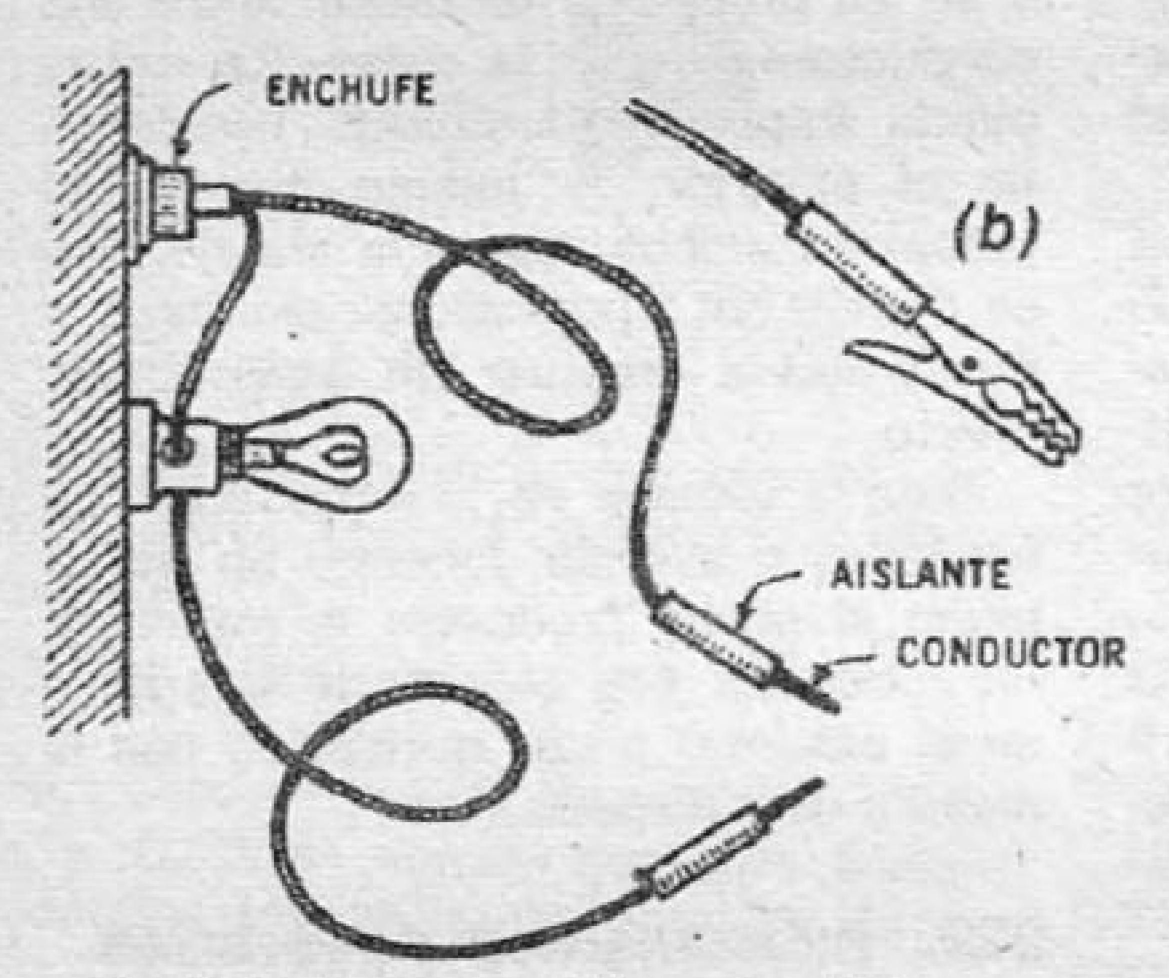
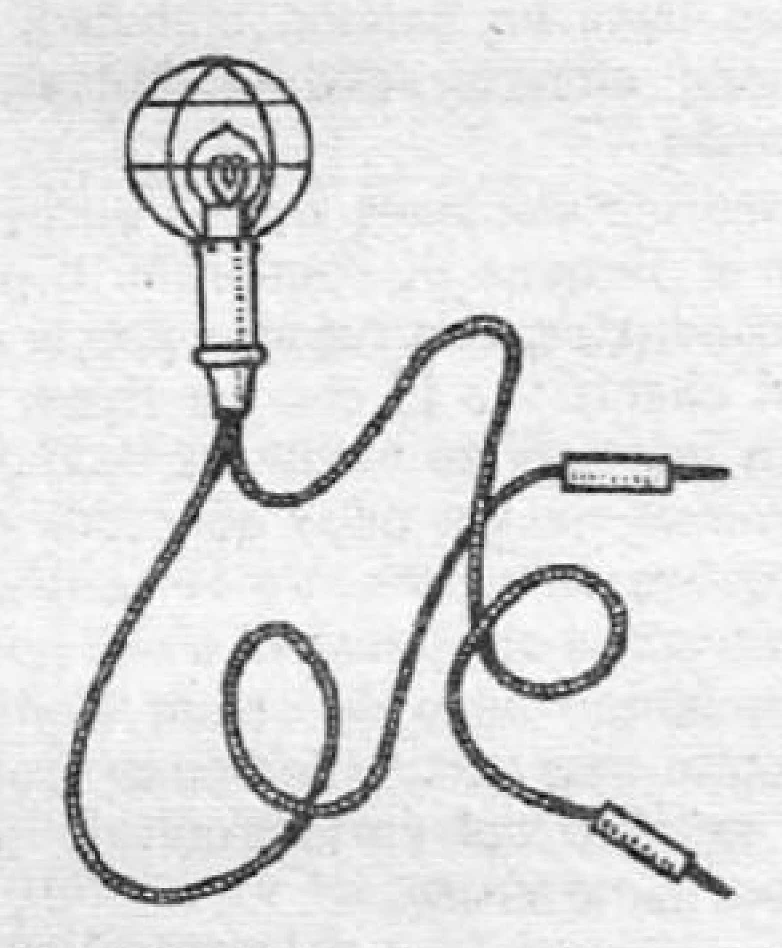


Fig. 305. Lámpara y cables para hacer pruebas en el banco.

Lo mismo que el voltímetro, la lámpara sólo acusa si hay rotura de circuito o un cruce antes del punto que se está analizando, pero si hay un cruce después de este sitio, no lo indica.

El equipo de prueba, que es como se llama el conjunto representado, se utiliza con una lamparita de 6 V por entenderse que las verificaciones se efectúan en el coche para localizar previamente si el cruce o apertura se encuentra en un circuito exterior o interior. Si la avería está en el circuito interior de alguna máquina (motor de arranque, dínamo, etcétera) o de algún instrumento, no queda otro recurso que desmontar la máquina o instrumento averiado y encontrar el punto de rotura, cruce o derivación a masa.

c) La lámpara conectada al sector de la corriente del alumbrado (fig. 306) sirve para determinar en el banco lo que se hizo con el equipo de pruebas de 6 V en el coche. En los países donde la electricidad se distribuye a tensiones peligrosamente mortales (más de 125 V), conviene desechar totalmente este sistema de comprobación, sustituyéndolo por el anterior, utilizando como fuente de energía una batería de acumuladores.


Fig. 306. Equipo de prueba para el coche, con lámpara de 6 V.

d) La lamparita de neón se utiliza también para comprobar el estado de los circuitos de alta tensión, es decir, desde el secundario de la bobina hasta el distribuidor y desde éste hasta las bujías.

e) El amperímetro es un instrumento completo para determinar el estado de funcionamiento de los circuitos. Su in-

dicación nos permite asesorarnos sobre dos puntos fundamentales: si hay un cruce o derivación a masa (cortocircuito), o bien si el circuito está abierto; en el primer caso, la aguja se desviará bruscamente, y en el segundo, no se moverá.

280. Indicaciones del amperímetro

Este instrumento es el más precioso auxiliar para localizar la parte de la instalación donde puede haber una avería. Las siguientes normas le servirán para saber interpretar sus indicaciones:

a) Toda la corriente que se genera y consume en un automóvil pasa por el amperímetro, excepto la que gasta el motor de arranque. Por lo tanto, según que el coche esté parado o marchando y el consumo de la instalación, el amperímetro señalará carga o descarga.

b) Cuando el coche va a más de 25 km por hora, si las luces no están encendidas, la aguja del amperímetro debe marcar carga; esta indicación puede quedar indecisa, en el cero, si la velocidad del auto disminuye algo; esta prueba sirve para tener una idea de si el conjunto de la instalación está bien.

c) Pare el motor y extinga todas las luces: el amperímetro debe marcar cero. Encienda ahora algunas luces: el amperímetro debe marcar descarga. Si señalase carga, está invertida la polaridad del amperímetro o se ha conectado la batería al revés.

d) Si el amperímetro señala descarga y la aguja pica en el extremo de la escala, hay alguna derivación o contacto con la masa; el cortocircuito produce una violenta descarga de la batería que acusa el instrumento. Si hay fusibles, generalmente se funden en tales circunstancias; revíselos.

f) Cuando el amperímetro experimenta desviaciones violentàs, acostumbra a doblarse la aguja y a veces todo el equipo móvil del instrumento, torciéndose los puntos de suspensión del eje. Debe arreglarse el instrumento o, si es necesario, cambiarlo por otro nuevo.

g) Si el amperímetro no marca, es decir, señala cero, y las luces no se encienden al cerrar los interruptores, lo más probable es que el amperímetro ha sufrido avería por rotura de su circuito interno.

h) Para estar bien seguro de las indicaciones del amperímetro del tablero, conecte en serie otro de cuyas lecturas esté bien seguro; enciéndase las luces, etcétera, para que se produzca consumo de corriente y vea si las lecturas de ambos instrumentos coinciden. Esto tiene mucha importancia porque las indicaciones del amperímetro, para que sean útiles, deben ser exactas, y los que se instalan en los coches no siempre son de excelente calidad o, debido a las trepidaciones del vehículo, pierden sus buenas cualidades.

281. Normas prácticas

Veamos ahora la forma de localizar el punto donde hay cruce, derivación a la masa o rotura de un conductor.

a) Consideremos, por ejemplo, que los faros no se encienden cuando cerramos el interruptor correspondiente. Acto seguido miramos el amperímetro: la aguja no se desvía; el diagnóstico es inmediato: la corriente no llega a las lámparas porque el circuito está abierto (fig. 307).

Para localizar si la rotura está en el circuito exterior (o sea, el cable que va desde el amperímetro hasta los bornes de las lámparas, pasando por el interruptor de las luces) utilicemos el equipo de prueba. Si haciendo contacto con un terminal en donde termina el cable en cada lámpara (punto 1) y con el otro en una parte del chasis que no tenga pintura la lamparita no se enciende, la rotura está entre el amperímetro y este punto; si se enciende, la lámpara del faro está quemada o falla su contacto a masa, es decir, el circuito de retorno. Para comprobarlo haga contacto en los dos bornes de la lámpara del faro con las

puntas del equipo de prueba (puntos 1 y 2); si la lamparita se enciende, la del faro está quemada o hace mal contacto en el portalámparas, cuya comprobación es inmediata.

Si el circuito exterior es el responsable de la apertura, compruebe los dos puntos del interruptor de luces, haciendo contacto con las dos puntas del probador en los bornes de entrada y salida (puntos 3 y 4); si la lamparita se enciende, es señal de que el interruptor es la causa de la avería.

vemos una desviación total hacia descarga: hay cortocircuito. Interrumpa inmediatamente el circuito porque se está efectuando una descarga enorme de la batería; revise primero el cable para ver si el aislamiento se ha destruido en algún punto y hace contacto a chasis (vea la fig. 293). Si está bien, en un portalámparas hay cortocircuito a masa.

Con los dos ejemplos anteriores (que hemos materializado con los faros, pero que puede aplicarse a cualquier otro

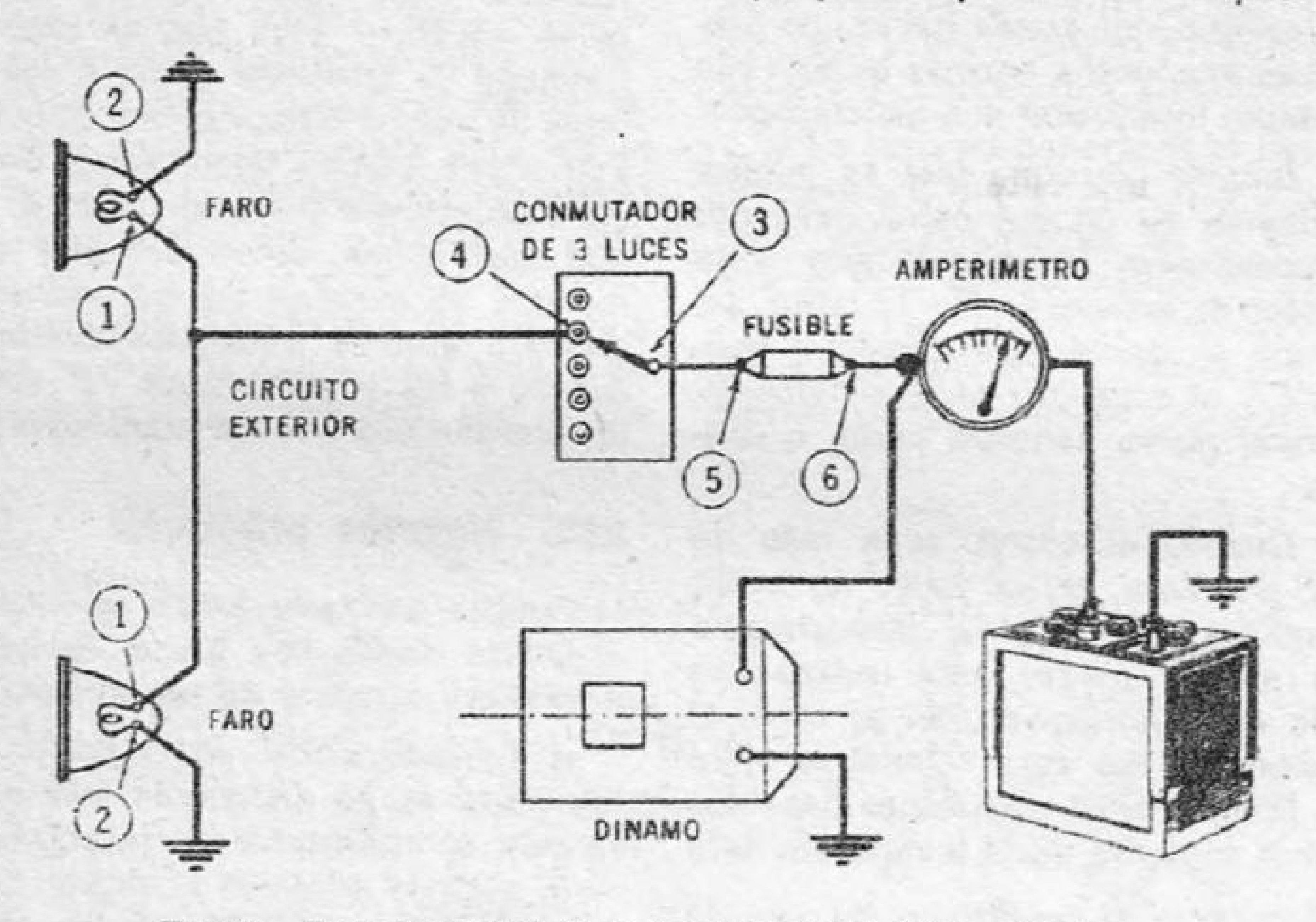


Fig. 307. Ejemplo general de la localización de fallas eléctricas en un automóvil.

Si a pesar de tener el interruptor de las luces cerrado la lamparita de prueba no se enciende, revise el fusible, empezando por comprobar si entre su borne de salida y un punto del chasis (punto 5 y masa) hay circuito, lo cual pondremos en evidencia mediante el comprobador; si la lamparita se enciende, la corriente pasa a través del fusible y, por lo tanto, está bien; si no se enciende, el circuito está abierto; el fusible se ha fundido. Apoye las puntas del probador entre 5 y 6: si la lamparita se enciende, es señal de que el fusible está fundido.

b) Supongamos ahora que los faros no se encienden cuando cerramos su interruptor. Miramos el amperímetro y

circuito) dimos las normas fundamentales para localizar el punto de rotura o de cortocircuito. Observemos atentamente el esquema de la figura 307 y veremos que llegamos a las siguientes conclusiones:

1) El amperímetro, según que no señale paso de corriente o una descarga total, acusará inmediatamente si en el circuito que se conecta hay una rotura o un cruce.

2) Para determinar el punto donde se encuentra la avería se establece un circuito derivado con el equipo de prueba entre el sitio donde se presume que está la falla y el chasis: la lamparita se encenderá hasta donde no haya rotura ni cruce. Por esto, es aconsejable

irse alejando, desde el amperímetro, hacia los extremos de cada circuito: donde deja de encenderse la lámpara, la corriente no llega por efectuarse el retorno por el chasis (contacto a masa) o por rotura del cable (circuito abierto).

Una vez bien entendidas las instrucciones anteriores, tome el esquema de un automóvil y usted mismo propóngase las siguientes preguntas: ¿Qué sucedería si en este punto hubiese un cruce?, ¿si se rompiese el conductor?, ¿si se produjese un contacto a masa? Imagínese que está operando con el equipo de pruebas y trate de visualizar los efectos (la lamparita se enciende o no) y, a la vez, qué indicaciones acusaría el amperímetro.

282. Antes de localizar las averías

Cuando le presenten un coche para arreglar alguna falla, ante todo hágase explicar por el conductor del vehículo lo que sucedió y observó en 9 de cada 10 casos, este relato le servirá para ir directamente al lugar donde reside la causa del mal.

Luego, acuda a la parte del equipo eléctrico donde supone que puede existir la anomalía y observe si nota algo anormal; un olor a quemado da cuenta de un cruce, con destrucción del aislante del conductor; si oye un chirrido de las escobillas y observa un fuerte chispeo, es señal que el desperfecto está en el colector (quizás una bobina abierta); si siente, al quererlo mover con la mano, que un terminal está flojo la causa de la anomalía puede ser un mal contacto... En fin, utilice sus sentidos y el sentido común; empiece la técnica que le hemos explicado y verá cómo localizará bien pronto el lugar donde se produce el cruce o la rotura del circuito.

Hay que tener en cuenta que la localización de las fallas de los circuitos eléctricos es una labor experimental, significando con ello que usted mismo debe asimilar los efectos que produce una determinada avería y sus síntomas (ruido, olor, etcétera), relacionándolos con las lecturas del amperímetro. Puede ser que la primera vez necesite bastante tiempo para localizar una falla; en cambio, cuando se le vuelva a presentar en otro coche, casi instantáneamente la encontrará.

Creemos que con lo explicado, las normas que le hemos dado y, finalmente, las averías clasificadas que presentamos en el capítulo próximo, tendrá elementos suficientes para emprender, bien pertrechado de conocimientos, la interesante labor de localizar las fallas que suelen presentarse en los equipos eléctricos del automóvil; vale la pena que le dedique su mejor atención porque es un trabajo espléndidamente bien remunerado.

283. Amperaje consumido en los autos

Vamos a indicar ahora el promedio de las intensidades que consumen los coches construidos después de 1960 (vea el parágrafo 7: "Potencia consumida").

	Amperios
Sistema de ignición	2 a 4
Focos laterales de ciudad	2,8
Faros y todo el sistema de luces	14,6
Faro contra la neblina solo	9
Lámpara interior del techo	1
Lámpara del tablero de los instrumentos	0,6
Ignición más una de las dos flechas de señal	15,5
Limpiaparabrisas solo	2 a 4
Ignición más el ventilador de calefacción	12

En conjunto, puede admitirse un consumo general medio de unos 22 a 25 A; una batería de 6 V y 120 Ah de capacidad [o de 12 V y 60 Ah] puede alimentar debidamente todos estos consumidores de energía eléctrica, permaneciendo siempre bien cargada; si no es así, algo anormal ocurre en la instalación. En la lista anterior no hemos indicado el consumo del aparato de radio ni otros implementos secundarios (encendedor de cigarrillos, ventilador, etcétera) por considerar que no son indispensables para el funcionamiento del coche; no obstante, si su empleo es frecuente, hay que tenerlos en cuenta y estudiar entonces si es necesario adoptar una batería de mayor capacidad. Esto es particularmente cierto si se emplean frecuentemente faros antiniebla (hay coches que llevan dos), si se utiliza una radio de mucho consumo, si hay que emplear el motor de arranque con frecuencia y la localidad es fría, etcétera; en tales casos es aconsejable colocar dos baterías de 120 Ah en paralelo o bien emplear una de 150 Ah. Si son de 6 V; si la batería es de 12 V basta que tenga una capacidad de 90 Ah.

En estos casos especiales conviene extender el estudio de la instalación de la dínamo, viendo si es capaz de cargar esta batería mayor, aumentado su régimen de carga, etcétera. Si usted es técnico electricista de autovehículos, con los conocimientos explicados en esta obra y teniendo a la vista los consumos en amperios puede hacer un estudio de estos casos excepcionales y decidir qué es lo más conveniente para que la instalación funcione satisfactoriamente.

Capítulo XXXII

ARREGLO DE LAS AVERIAS ELECTRICAS

284. Procedimientos prácticos de taller

Consideremos ahora todas las averías, clasificadas por grupos, que pueden tener los equipos eléctricos de los automóviles, para así poder utilizar las explicaciones dadas en el transcurso de toda esta obra y aplicar el procedimiento más adecuado para que el órgano averiado pueda volver a cumplir su misión en perfectas condiciones de funcionamiento.

La forma de proceder es sumamente sencilla: consiste en saber exactamente el síntoma que presenta la anomalía del funcionamiento y buscarla en el grupo de fallas clasificadas con ese síntoma, donde se indican las causas que pueden ocasionarla, así como el remedio a aplicar.

Conviene advertir que un mismo síntoma de mal funcionamiento puede ser debido a causas diferentes, por lo cual conviene ver cuál es la verdadera.

285. Averías en las bujías

Las manifestaciones para localizar las fallas que ocasionan son las siguientes: 1) poca potencia del motor; 2) fallas en la ignición; 3) el motor arranca con dificultad.

a) **Excesiva o poca separación de los electrodos.**

Causa. Los electrodos de la bujía están muy gastados o torcidos, motivando que fallen las explosiones; su efecto es disminuir la potencia del motor.

Remedio. Limpiar los electrodos y graduar su distancia; si ya están muy requemados, es preferible cambiar la bujía por otra nueva que tenga un coeficiente térmico más elevado.

b) **Bujía cubierta de hollín.**

Causa 1ª. Surtidor grande, mezcla demasiado rica, difusor muy pequeño o falta de aire.

Remedio. Limpiar bien la bujía, graduar el carburador, adoptar bujías con coeficiente térmico más elevado.

Causa 2ª. Las válvulas se atascan y no cierran bien.

Remedio. Arreglar el ajuste de las válvulas.

Causa 3ª. Combustible inadecuado.

c) **Bujía con hollín y grasa; en su interior se forma una humedad aceitosa.**

Causa 1ª. Pueden ser las mismas que las analizadas en b). Aplíquense los remedios ya descritos.

Causa 2ª Aros de pistón gastados.

Remedio. Arreglar el motor; entre tanto usar bujías menos sensibles al engrase.

Causa 3ª. Exceso de aceite, mezcla muy rica.

Remedio. Arreglar el carburador, sacar aceite.

d) **Bujía engrasada; aceite en su interior; los electrodos y la masa están cortocircuitados por una capa de carbón.**

Causa. El cárter contiene demasiado aceite.

Remedio. Extraer el exceso de aceite.

Ver también lo explicado en b) y c).

Si se reproducen las perturbaciones, la bujía es inadecuada; colocar otra más apropiada.

e) **El aislante de la bujía está roto o rajado.**

Causa. La bujía ha recibido un golpe y la porcelana se ha rajado.

Remedio. Poner una bujía nueva. Adoptar otra que tenga un coeficiente térmico más elevado.

f) **Fallas en el encendido, estando bien las bujías.**

Causas. Pueden estar: a) en el distribuidor; b) en el cable de alta tensión o en su terminal.

Remedio. Comprobar el estado de estos órganos.

Otros defectos que se observan por el mal funcionamiento de las bujías: 1) el motor pierde potencia después de haber funcionado a plena marcha o subido largas pendientes; 2) explosiones en el carburador; 3) retorno de la llama.

Estos síntomas pueden ser ocasionados por las bujías o por un mal ajuste del carburador. Los efectos 1) y 3) son consecuencia de la autoignición (inflamación de la mezcla antes que se produzca la chispa en la bujía).

a) **Aislante de la bujía requemado, color blanco; a veces, formación de perlas en los electrodos.**

Causa 1ª. El aislante o los electrodos se ponen rojos, inflamando la mezcla prematuramente.

Remedio. Modere el acelerador: la ignición prematura se produce con mayor frecuencia; cambie la bujía por otra más adecuada.

Causa 2ª. Se producen igniciones prematuras durante la admisión: bujía demasiado caliente.

Remedio. El mismo que el de la causa 1ª.

b) **El aislante tiene un color pardo.**

Causa 1ª. La válvula de escape o la cámara de combustión se han calentado demasiado.

Remedio. Lo más probable es que el carburador no es del tipo adecuado; probar otro.

Causa 2ª. La válvula de escape no cierra bien.

Remedio. Afinar y ajustar el mando de válvulas.

Causa 3ª. Los cilindros están sucios.

Remedio. Limpiar de hollín el motor, esmerilar las válvulas.

c) **El aislante está rajado.**

Causa. Bujía de tipo no adecuado.

Remedio. Poner otra de mayor coeficiente térmico.

d) **El cuerpo de la bujía ha cambiado de color por exceso de calor.**

Causa 1ª. La bujía no está bien atornillada.

Remedio. Atornillarla bien a fondo.

Causa 2ª. Falta la junta en el asiento de la bujía.

Remedio. Poner la junta, atornillar la bujía.

e) **Explosiones en el carburador** (el aislante presenta un color pardo).

Causa 1ª. Falta de combustible.

Remedio. Comprobarlo y obrar en consecuencia.

Causa 2ª. Grifo del combustible cerrado parcialmente, filtro obstruído o avería en el alimentador (nodriza), en general, llega poco combustible.

Remedio. Examinar estos elementos y ajustarlos.

Otros defectos del sistema de ignición atribuidos a las bujías: 1) todas las bujías fallan; 2) el motor se para.

a) **Defectos en el sistema de ignición.**

Causa 1ª. Interruptor roto, sucio o engrasado.

Remedio. Vea las instrucciones dadas en f).

Causa 2ª. Avería del interruptor de ignición.

Remedio. Vea las instrucciones dadas en f).

Causa 3ª. Fusible quemado (ignición a batería).

Remedio. Seguir las instrucciones de f).

Causa 4ª. Grifo de gasolina cerrado.

Causa 5ª. Surtidor del carburador obstruido.

Remedio. Limpiarlo y ajustarlo debidamente.

Causa 6ª. Tubería del combustible obstruida.

Remedio. Limpiarla bien y secarla.

Causa 7ª. Agua en el carburador.

Remedio. Limpiarlo y secarlo bien.

286. Averías eléctricas de la dínamo

Guiándose por los efectos observados, se siguen las siguientes normas:

1) LA DINAMO NO PRODUCE NINGUN VOLTAJE

a) **El amperímetro no señala corriente.**

I. Con el motor parado, encienda los faros; si el amperímetro indica descarga, es señal de que el instrumento de medición funciona bien y el cableado no tiene avería.

Si indica carga, las conexiones del amperímetro o de la batería están invertidas.

Si el amperímetro señala cero, la causa de la avería puede ser fusible quemado, amperímetro roto, cableado averiado, interruptor estropeado, lámpara fundida o hay un cruce (cortocircuito).

II. Haga un cortocircuito en los bornes de salida del disyuntor (relay); si el amperímetro señala descarga, es debido a que el fusible de los campos está fundido.

Si indica carga, los circuitos de la dínamo están bien, pero el colector y las escobillas se encuentran sucios.

Puede también ser causa de la avería que el interruptor automático (relay) esté desajustado, averiado o que le falte la conexión a tierra.

III. Cierre los contactos del relay a mano, mientras el motor va a gran velocidad; si el amperímetro señala cero, la avería está en la dínamo: hay un circuito abierto, que puede ser el de las bobinas de campo o el del inducido, o el cable que une la dínamo con la batería está roto o desconectado.

2) LA DINAMO PRODUCE POCO VOLTAJE

a) **Poco régimen de carga.**

Interrumpa los faros y la ignición; si el amperímetro indica descarga, hay alguna de las siguientes averías:

- Contacto a masa por aislamiento defectuoso;
- Contactos del interruptor pegados;
- La aguja del amperímetro está torcida.

b) **La batería se descarga con frecuencia.**

Presione la tercera escobilla; si el emperímetro señala exceso de carga, la causa de la avería puede residir en:

- Mal contacto de la tercera escobilla: limpiar el colector y aumentar la presión del resorte.

c) **La batería necesita poca carga.**

Si el amperímetro acusa exceso de carga, reducir el consumo hasta que la batería esté bien cargada; luego, cárguela a fondo de tanto en tanto.

3) LA DINAMO PRODUCE UN VOLTAJE EXCESIVO

a) **La dínamo se calienta demasiado.**

Conecte el voltímetro entre la dínamo y masa; si no obtiene unos 8 V,

las conexiones están flojas o los terminales corroídos.

b) **El terminal positivo de la batería está muy caliente.**

Vea el funcionamiento del motor de arranque: si el arranque es muy lento, las causas son las mismas que las indicadas anteriormente.

287. Averías en el inducido de la dínamo

Veamos las averías que pueden tener el inducido y las bobinas de campo.

LA INTENSIDAD DE CARGA
ES MUY POCA O NULA

a) **El inducido tiene un cortocircuito o una derivación a masa.**

Si el inducido se calienta demasiado, compruebe si hay circuito entre el conmutador y el eje.

El aislamiento de los devanados puede haberse quemado, o bien haberse desoldado las conexiones de los cables de bobina con las delgas del colector.

Las causas probables de estas averías pueden ser las siguientes:

- Un conductor está en contacto con la masa del inducido o con el eje de la dínamo;
- Falta aislamiento entre las delgas del colector;
- El inducido roza con las piezas polares.

Los remedios son los siguientes:

- Separar los hilos de partes metálicas y realslarlos;
- Si no puede hallar la derivación a masa, desuelde las conexiones del colector y determine cuál es la bobina damnificada.

b) **Una o más bobinas del inducido están abiertas.**

Vea si alguna bobina del inducido está abierta.

Si las delgas conectadas a una bobina mostrasen señales de quemaduras, es debido a:

- Si la aguja del amperímetro oscila, es que hay partículas metálicas entre las delgas del colector; limpiarlo y, si fuese necesario, elevar los hilos de conexión con las delgas;
- Si el inducido de la dínamo gira a sacudidas (haciéndola funcionar como motor), es debido a falta de aislamiento entre los hilos conectados a las delgas, es decir, en el bobinaje; hay que rebobinar el inducido;
- Si un hilo de conexión a las delgas está roto o desoldado, arreglarlo; si no se puede, el inducido debe rebobinarse.

288. Averías en las bobinas de campo de la dínamo

Las anomalías que pueden ocurrir en las bobinas del campo magnético de la dínamo son:

INTENSIDAD DE CARGA BAJA
O NULA DE LA DINAMO

Las causas que pueden producirlo son:

a) **Cortocircuito en los devanados de las bobinas.**

Confirman el diagnóstico si el aislamiento del bobinaje está quemado.

Compruebe el régimen de carga: si a 6 V la corriente es de unos 5 A, compárela con los valores del fabricante.

Vea si las bobinas se han aplastado durante el montaje o si se ha hecho funcionar la dínamo sin tener la batería conectada o sin unir sus conexiones.

El remedio consiste en separar la parte del bobinaje dañado, aislando cada hilo con cinta; si eso no fuese posible, volverla a rebobinar o cambiarla por otra bobina.

b) **Contacto a la masa.**

Desconecte los hilos de las bobinas de campo y, empleando el probador de lámpara y a una tensión de 110 V o 220 V, pruebe localizar la avería.

La causa es un aislamiento defectuoso o, en su defecto, colocar bobinas nuevas.

c) **Devanados abiertos de las bobinas de campo.**

Confirma esta avería el amperímetro: no acusa ninguna carga. Para localizarla desconecte las bobinas de campo, compruebe sus devanados con dos pilas secas en serie o con el probador de línea de lámpara.

Las causas probables de la avería son: conexiones desoldadas, devanado roto o fusible del termostato fundido

Los remedios son: caso de rotura interna del devanado, rebobinar la bobina o cambiarla por otra nueva.

d) **Bobina con las interconexiones invertidas.**

Se observa que la dínamo produce poca corriente.

Si la corriente de excitación es normal, compruebe (con una brújula) el orden alternado de los polos. Es probable que haya un error de conexiones en el montaje; es necesario deshacer las mal hechas, reconectándolas debidamente.

289. El motor de arranque no gira o da poca potencia

Los efectos observados y las causas de estas averías son:

1) EL MOTOR NO GIRA

Observe si el motor de explosión se pone en marcha.

a) **Encienda los faros y cierre el contacto del arranque.**

Si la luz es normal, la batería o el motor pueden tener avería.

Si los faros no encienden, hay circuito abierto en el motor o en el interruptor de arranque.

Si la luz se desvanece en seguida, la batería está averiada; tiene corroídos los contactos o hace contacto a masa el cable o el interruptor.

b) **Ponga otra batería bien cargada.**

Si la luz es normal y el motor de arranque no funciona satisfactoriamente, éste debe cambiarse.

c) **Cortocircuite el interruptor de arranque con su cable.**

Si el motor marcha bien, el interruptor tiene avería; si no funciona, el defecto está en el motor o en la batería; cambie ésta primero, así sabrá si es el motor el que tiene avería.

2) EL MOTOR GIRA MUY DESPACIO

a) **Ponga el motor de explosión en marcha a mano.**

Si cuesta mucho, la avería está en el motor de explosión;

Si se pone fácilmente en marcha, la falla reside en la batería, en el interruptor o en el motor de arranque.

b) **Encienda los farros y cierre el interruptor de arranque.**

Si la luz es normal, el defecto está en el interruptor o en el motor de arranque;

Si los faros se apagan, la falla está en la batería o en los terminales de conexión.

c) **Cortocircuitar el interruptor de arranque.**

Si el motor de arranque va bien, la avería es del interruptor.

d) **Poner otra batería bien cargada.**

Si el motor de arranque marcha bien, la avería reside en la batería anterior (estaba descargada o tenía cortocircuitos internos).

Si el motor de arranque no se pone en marcha, la avería reside en este motor.

290. El motor de explosión no funciona. Fallan explosiones

Estas averías pueden ser debidas a la instalación eléctrica o bien al sistema de ignición.

1) EL MOTOR DE EXPLOSION NO ARRANCA

a) **Desconecte el cable del terminal de una bujía y déjelo a una distancia de unos 6 mm de su tornillo de fijación; ponga el motor en marcha.**

Si salta chispa entre terminal y tornillo, la avería puede residir en lo siguiente: si el motor de explosión ha funcionado bien, falta combustible, hay alteración en el orden de las explosiones o mala puesta a punto.

Si no se produce chispa entre terminal y tornillo, los puntos de contacto del ruptor están pegados; revisar cables y contactos.

b) **Compruebe la bobina. Conecte un alambre desde el secundario a masa del motor, dejando entre ambos un espacio de unos 5 mm.**

Si salta una chispa entre el alambre y la masa, la avería reside en el devanado de alta tensión, en el rotor o en la cabeza del distribuidor.

Si no se produce ninguna chispa entre el alambre y la masa, la falla está en el primario; en la resistencia limitadora de intensidad, en el condensador, etcétera. Sacar la bobina y probarla en el taller.

2) FALLAN EXPLOSIONES

a) **Si sólo es un cilindro, desconecte el cable de esa bujía, colocando su terminal a una distancia de unos 6 mm de la masa del motor.**

Si salta una buena chispa, la avería reside en la bujía, que es defectuosa; poner otra nueva.

Si la chispa no es uniforme, el cable de alta tensión o la cabeza del distribuidor pueden tener avería.

b) **Si en todos los cilindros fallan las explosiones, desconecte de las bujías los cables de alta tensión, uno a uno, y mantenga alejados sus terminales unos 6 m de la masa del motor.**

Si salta una buena chispa, la falla está en la bujía o en alguna otra parte del sistema de ignición.

Si la chispa no es uniforme, la avería está en el ruptor del circuito primario o en el condensador; revisar las conexiones y apretarlas.

291. El motor de explosión se para o no arranca

Se supone que el motor de explosión ha estado funcionando antes de haberse notado la anomalía en su marcha, pues si fallase al tratar de ponerlo en funcionamiento por primera vez, sus causas pueden ser muy distintas. Consideraremos, pues, el caso de un motor que ya ha funcionado bien y que ahora presenta dificultades, es decir, siendo nuevo, del sistema eléctrico.

1) CORRIENTE NORMAL EN LAS LUCES Y NULA EN LA IGNICION

a) **Circuito abierto entre amperímetro y bobina.**

Si los contactos del rùptor no cierran, ajústelos debidamente.

Si hay rotura en el primario, verifique, compruebe y apriete todas las conexiones.

2) EL AMPERIMETRO SEÑALA FIJAMENTE UNOS 5 A

a) **El circuito primario está bien.**

Observe si hay cortocircuito en el condensador; en tal caso, sacarlo, comprobarlo y cambiarlo si es defectuoso.

b) **Avería en el ruptor.**

Si las puntas del ruptor están pegadas, hay que limpiarlas y ajustarlas a su debida distancia.

Si el conductor que une el ruptor con la bobina hace contacto a masa, debe reemplazarse por otro nuevo. Si es posible, aísle la parte defectuosa del cable.

3) LA AGUJA OSCILA ALREDEDOR DE LOS 5 A

a) **Falla en el circuito de alta tensión o en el condensador.**

Si el condensador está abierto, poner otro nuevo.

Si el cable de alta tensión tiene contacto a masa, localice la derivación; debe estar en el mismo cable o en la cabeza del distribuidor. Si el cable de alta tensión está roto entre la bobina y el distribuidor, localice la rotura y reemplácelo por otro cable nuevo; no intente repararlo. Si el brazo del distribuidor está roto o mal colocado, reemplazarlo por otro nuevo en el primer caso (rotura) y arreglarlo en el segundo.

Si la bobina estuviese averiada, no intente arreglarla; coloque otra nueva.

Capítulo XXXIII

ESQUEMA DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DE LOS AUTOMOVILES

292. Cómo se lee un diagrama

Los sistema eléctricos que constituyen la instalación de un automóvil se indican con símbolos convencionales, unidos por líneas que representan los conductores. Es necesario saber leer estos esquemas, pues son la guía para encontrar el sitio donde se encuentran los aparatos y cuáles son las interconexiones con respecto de los demás órganos del sistema.

Analicemos algunos ejemplos para concretar las explicaciones.

Consideremos (fig. 308) el circuito del motor de arranque. Vemos que lo componen la batería, el botón (interruptor) y el motor; a su vez, éste se compone de las bobinas de campo y del inducido. Observamos también que ambos bobinajes están interconectados en serie.

Estudiando este esquema, vemos que un polo de la batería va conectado a masa mediante un cable grueso y un gran terminal, que se fija sólidamente al chasis, cerrándose el circuito por su masa metálica. El otro polo de la batería va al contacto A, que se une con

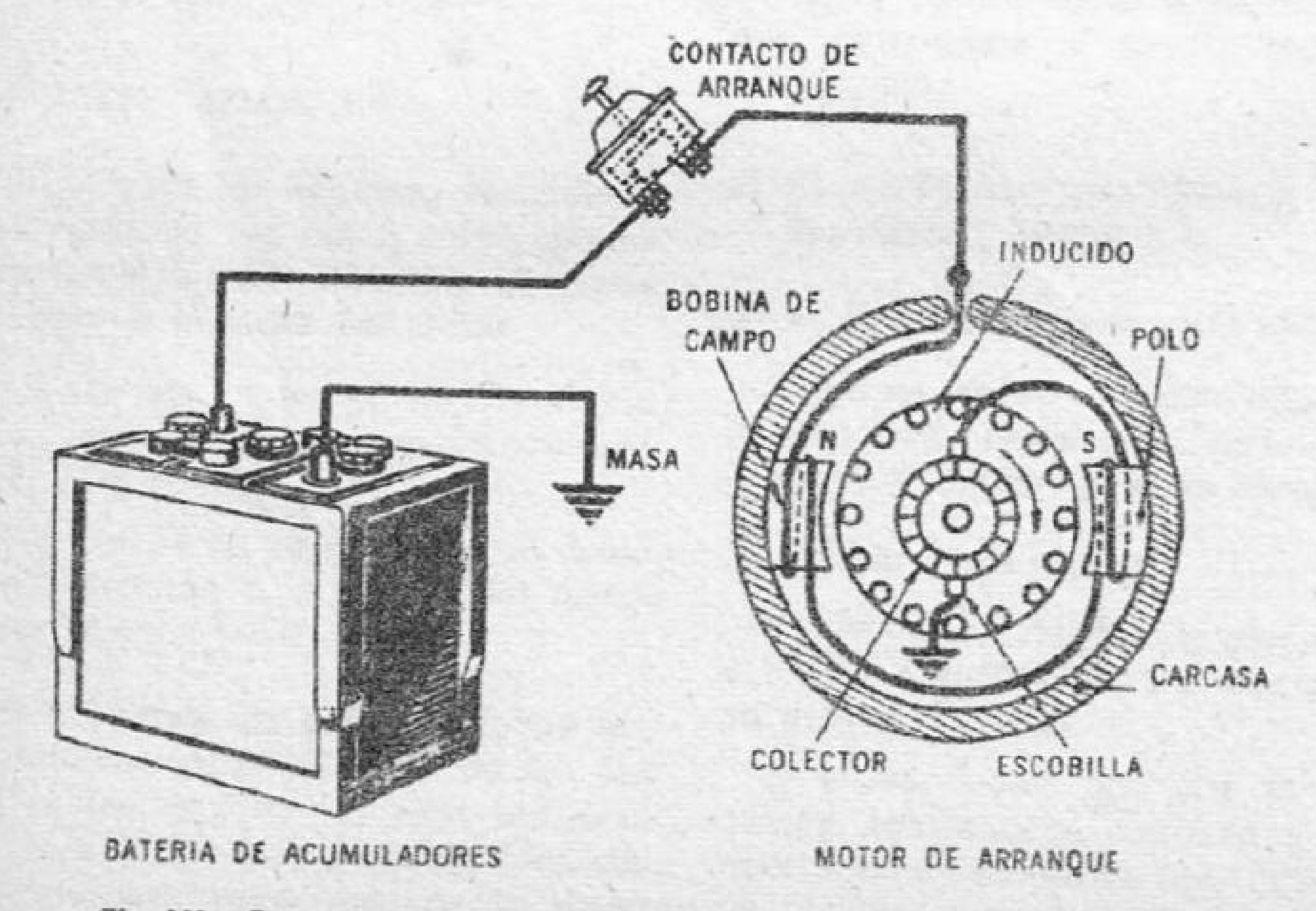


Fig. 308. Esquema del circuito del motor de arranque y los elementos fundamentales que lo componen.

el B por medio del puente metálico del interruptor cuando se presiona el botón; basta que dicho puente deje de hacer contacto en los puntos mencionados para que el circuito de la batería quede abierto y el motor de arranque deje de funcionar.

Analicemos ahora el circuito de la dínamo con su sistema de autorregulación a vibrador (fig. 309). Vemos la generatriz con sus bobinas de campo; con flechas se indica el sentido que tienen las corrientes que recorren los diversos circuitos. La principal sale del polo +, llega al punto M y se bifurca, penetra en los devanados del regulador, cuyo circuito voltimétrico V (de tensión) se cierra con el – de la dínamo a través de la masa; esto hace que la palanca sea atraída cuando la fuerza de la bobina es capaz de contrarrestar la acción antagonista del resorte. Cuando tal cosa ocurre, la dínamo génera una tensión de unos 7,5 V; al ponerse en contacto con los bornes 1 y 2, la excitación de las bobinas de campo se efectúa sin pasar la corriente a través de la resistencia limitadora R. La densidad aumenta, la palanca del disyuntor es atraída y la batería se carga: se ha establecido el circuito entre la dínamo y el acumulador, cuya intensidad de carga señala el amperímetro.

Es necesario, cuando se sigue un esquema, imaginarse los efectos que produce la corriente al ir atravesando los distintos órganos que interconecta el alambrado. Esto le facilitará la determinación de las fallas. Supongamos que la corriente pasa por una bobina que debe atraer una palanca; si esto no se produce, es debido a que la intensidad es insuficiente o que el devanado se ha roto. Saber los efectos que deben producir los elementos es la mejor guía para localizar los defectos de su funcionamiento.

Apliquemos ahora los conocimientos adquiridos a un esquema completo de coche moderno. Corresponde al Ford, tipo europeo, de construcción actual; el cableado se representa en la figura 292, indicada anteriormente.

El trabajo que ahora debemos hacer con este esquema general (fig. 310), consiste en identificar los diversos circuitos de los sistemas eléctricos fundamentales, empezando por el que parte de la dínamo y va a la batería a través del disyuntor (8) y el amperímetro (10). Luego sigamos el circuito del motorcito de arranque (3) a través del interruptor (relays) (20). Pasemos ahora a localizar el sistema de ignición desde las bujías (7), pasando por el distribuidor de la alta tensión (4), la bobina (5), el borne

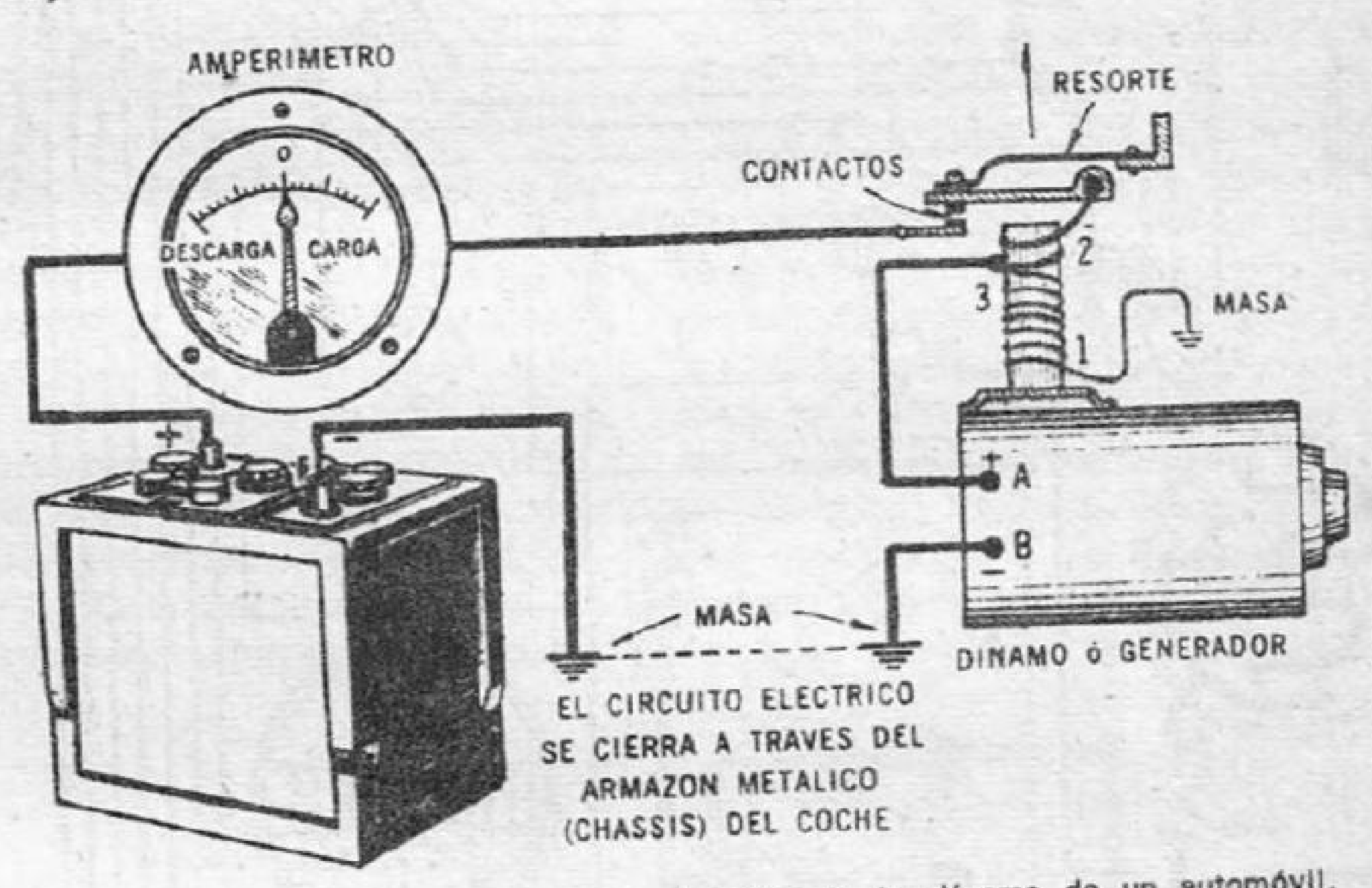


Fig. 309. Esquema general de los circuitos de la dínamo de un automóvil.

del indicador del nivel (11), para seguir al conmutador general (17), pasar por el amperímetro (10) y finalmente llegar al polo negativo de la batería (1), cuyo polo positivo se conecta al chasis, en el que también las bujías cierran su circuito exterior. Sigamos ahora el circuito de los faros (14), así como del indicador de nivel de gasolina (12), de los indicadores laterales

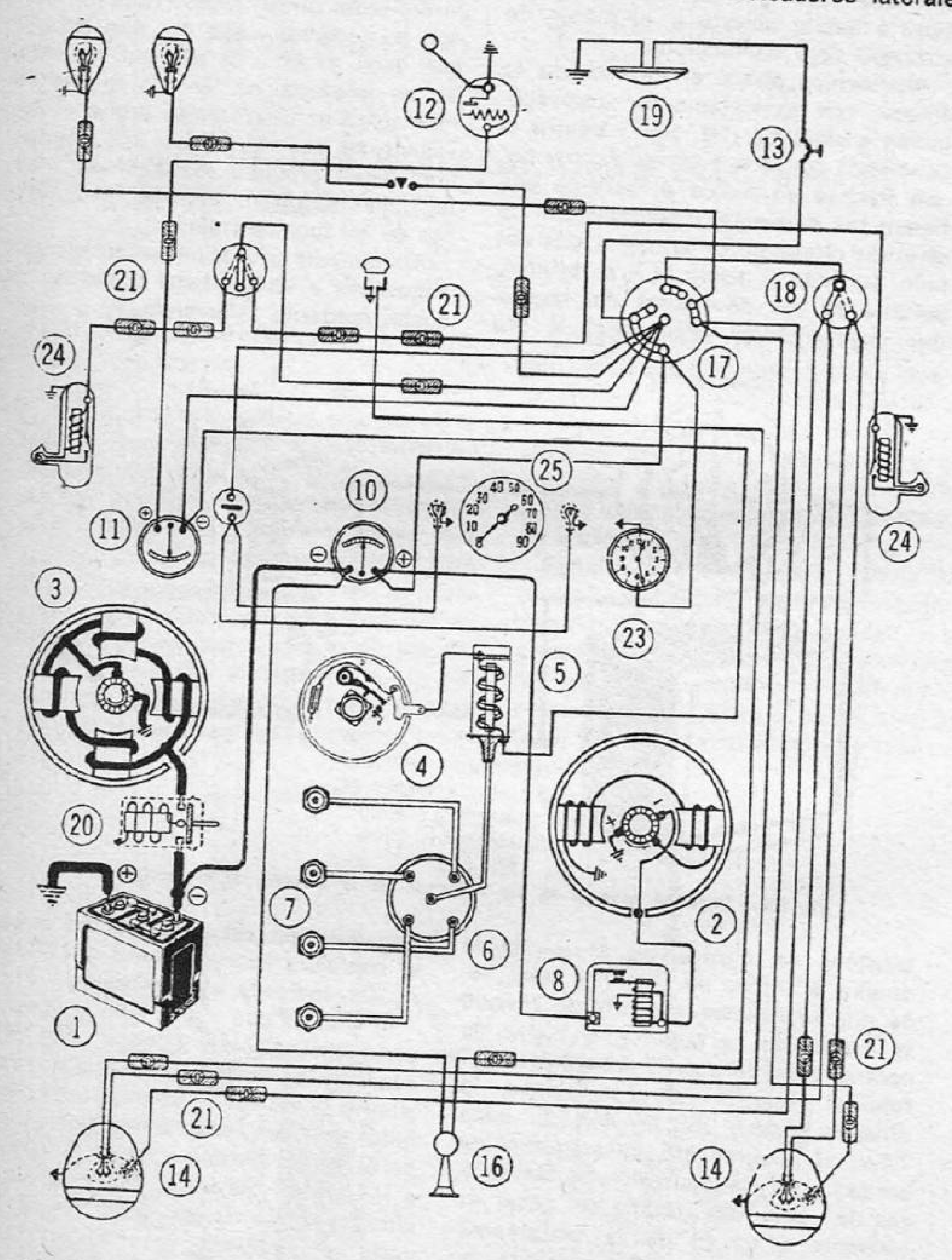


Fig. 310. Nomenclatura de los elementos esenciales: (1) batería; (2) dínamo; (3) motorcito de arranque; (4) interruptor del primario; (5) bobina de alta tensión; (6) distribuidor; (7) bujías; (8) disyuntor y regulador; (10) amperímetro; (11) indicador del nivel de gasolina; (12) indicador de gasolina (tanque); (13) interruptor de luz del techo; (14) faros; (16) bocina; (17) conmutador del alumbrado; (18) foco largo y corto de los faros; (19) luz del techo; (20) relay del motor de arranque; (21) fusibles; (22) reloj; (24) indicadores laterales de dirección; (25) indicador de velocidad.

de dirección (24), etcétera, teniendo bien presente que los circuitos con la batería se cierran a través del chasis, o sea, del polo + de la batería.

Hemos elegido este esquema porque es particularmente fácil de seguir, y de esta manera uno se inicia en la lectura de los esquemas de las instalaciones de los automóviles. Una vez que usted sepa leer un esquema y, a la vez, identificar los diversos órganos correspondientes en los automóviles, ya se tiene realizada la primera etapa del trabajo a realizar; si ahora, sabiendo los síntomas de averías que pueda presentar un coche, puede localizar el órgano corespondiente, sólo falta restablecer las condiciones normales para que el buen funcionamiento se produzca automáticamente.

293. Cómo se hace un esquema

Frecuentemente se encontrará que debe desmontar un mecanismo eléctrico cuyas diversas conexiones deben luego hacerse debidamente; o bien, necesitará representar su estructura eléctrica, para definir una conexión, o estudiar detenidamente su funcionamiento. En tales casos es preciso hacer una representación esquemática del órgano o sistema eléctrico que se está considerando.

Para hacer un diagrama o esquema lo más práctico es: a) representar (utilizando los símbolos correspondientes) los diversos órganos, piezas, etcétera, que intervienen en ese circuito; b) una vez dibujados, se marcan claramente sus bornes de conexión; c) luego se trazan las líneas que representan el cableado.

Supongamos que necesitamos representar el sistema de ignición de un coche de 4 cilindros, que debe rehacerse totalmente, cambiando todos los cables. Para ello (fig. 311), dibujaremos los diversos órganos que intervienen, o sea: la batería, el interruptor, el amperímetro, la bobina elevadora de tensión, el interruptor y su condensador, el distribuidor con las conexiones a las diversas bujías, y éstas. Una vez dibujados estos diversos elementos, tomando cada conductor con la mano para cerciorarnos de dónde sale y a dónde va a parar, dibujaremos una línea que interconecte esos dos puntos, hecho lo cual sacaremos el cable en cuestión; luego haremos lo mismo con otro cable, y así sucesivamente; cuando ya no haya ningún cable conectado, será señal de que los hemos

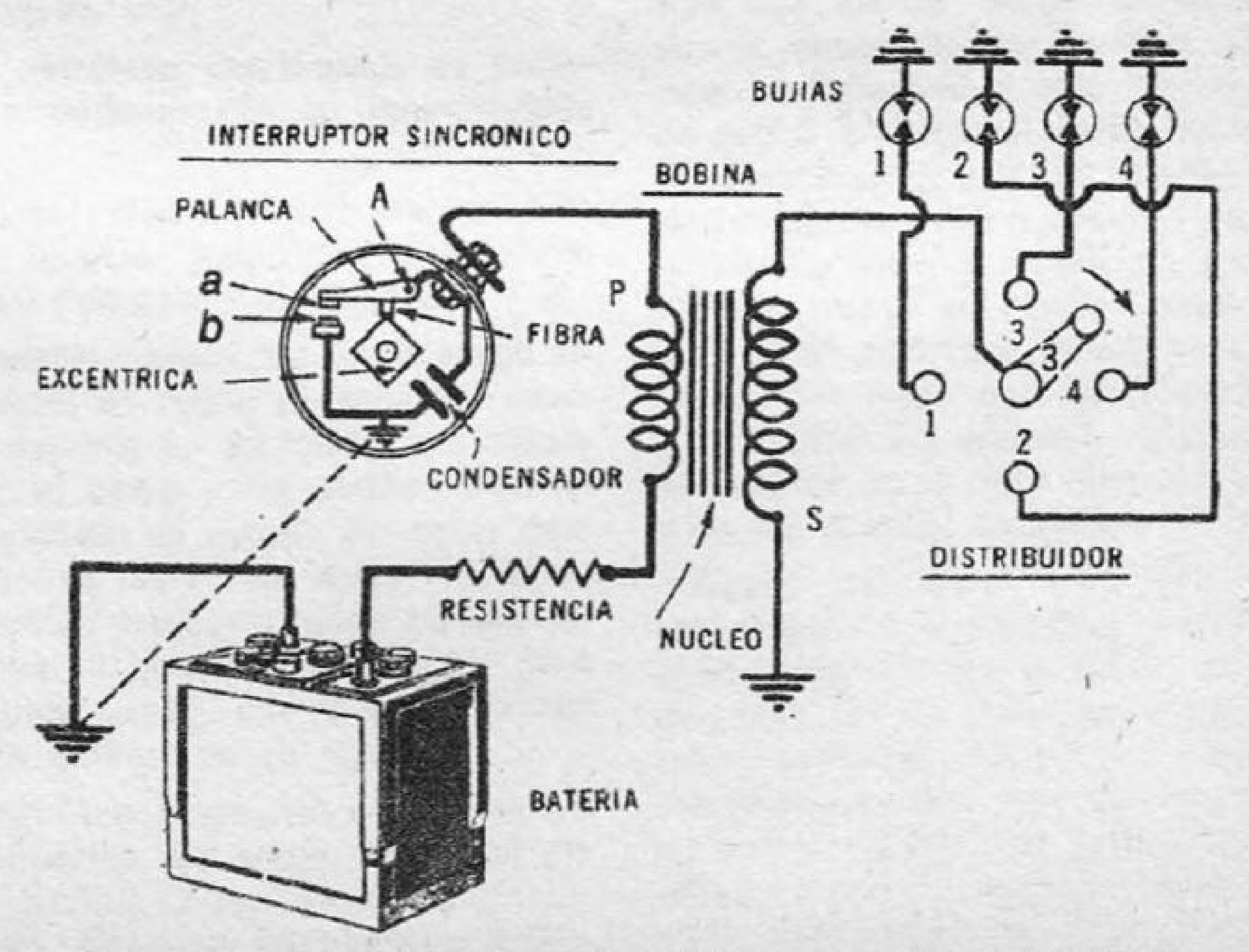


Fig. 311. Conjunto del sistema de ignición de un motor de 4 cilindros.

representado a todos en el esquema que estamos haciendo. Comprobando si los diversos circuitos se cierran a través de la masa, tendremos el esquema del sistema de ignición.

Consideremos ahora los efectos que se producen al pasar la corriente por los diversos circuitos parciales de este sistema: a) al cerrar el ruptor, el circuito primario es recorrido por la corriente de la batería, el amperímetro marca, los contactos del ruptor entran en acción; b) en el secundario se induce una tensión de varios millares de voltios, que es enviada al brazo (o contacto giratorio) del distribuidor de alta tensión; c) los bornes 1, 2, 3 y 4 van estableciendo la corriente que produce la chispa entre sus electrodos.

294. Utilización de los diagramas

Sirven para localizar e identificar los diversos órganos y estudiar los efectos que deben producir.

Como ilustración, supóngase que desea comprobar el funcionamiento del sistema de ignición anteriormente considerado. Levantamos la tapa metálica del coche y empezamos por identificar los diversos órganos del sistema y dónde están situados. Partiendo del borne del interruptor colocado en el tablero, veremos el cable que va al amperímetro, sale por el otro borne, va a la bobina y de allí al distribuidor, propiamente dicho. Veremos que de la "cabeza" de ese mecanismo parten tantos cables como bujías tiene el motor y que entre la bobina elevadora de tensión y el distribuidor sólo hay un cable. Y bien, es de la mayor importancia que usted sepa localizar inmediatamente un órgano o los cables pertenecientes a cualquiera de los diversos sistemas eléctricos de un automóvil; entonces comprenderá la utilidad de su representación gráfica, pues, sabiendo los efectos que deben producir, inmediatamente acudirá al lugar donde la falla se produce. Conociendo los síntomas del mal funcionamiento y la manera de arreglarlos, se consigue restablecer las condiciones normales, por lo tanto, el equipo eléctrico vuelve a funcionar nuevamente.

Primer apéndice

NAFTA Y GASOLINA

Hay bastante confusión en las denominaciones que se dan, en distintos países, a los combustibles empleados en los automóviles. Para aclararlo en los justos términos, explicamos ahora qué es lo que diferencia a estos dos hidrocarburos.

Tanto la gasolina como la nafta se obtienen de la refinación del petróleo (aceite de piedra) que surge de los llamados pozos petrolíferos, habiendo tres clases distintas: a) asfálticos; b) parafinosos; c) mixtos.

Los **petróleos asfálticos** surgen en Argentina, Japón, Rusia (Bakú), Indias Holandesas, etc.

Los **petróleos parafinosos** se obtienen principalmente en Pennsylvania (EE. UU.).

Los **petróleos mixtos** surgen (en partes iguales: asfálticos y parafinosos) en Rumania y en Galitzia.

El **petróleo bruto**, tal como surge de los pozos, se reúne en grandes depósitos, dejando en su fondo, por decantación, el barro y las piedras que tenía mezclado al surgir. En estas condiciones es conducido a las refinerías de petróleo mediante tubos especiales, llamados oleoductos [en inglés: **pipe line (paip lain)**], que a veces tienen muchos kilómetros de longitud.

El petróleo bruto, tal como llega a las refinerías, es sometido a una segunda decantación, etcétera, convirtiéndose entonces en **petróleo crudo**. Es a partir de ese estado que empieza su proceso de refinación.

El petróleo crudo recibe ahora un tratamiento de **evaporación** a una temperatura de 370° C, efectuado en cámaras especiales. Ya en estado de vapor, pasa a una **torre de separación**, donde estos gases se sitúan en cuatro divisiones, según sus densidades, por efecto de diversas temperaturas.

En la sección superior, con una temperatura de 120° C, se obtienen los vapores de **gasolina**; en la sección siguiente, con una temperatura de 155° C, se localizan los de **nafta**, mientras que en las secciones tercera y cuarta, descendiendo siempre, obtenemos el **kerosene** a una temperatura de 250° C y el **gasoil** donde reina una temperatura de 310° C. Queda en la parte inferior, como residuo de toda la destilación, un producto viscoso, llamado mazut en muchos países, de alto poder calorífico (unas 10 500 calorías por kg), que emplean como combustible los grandes motores Diesel usados en la propulsión de barcos y en las grandes industrias.

Desde cada sección de la torre de separación, los distintos gases son conducidos a unas cámaras de refrigeración. Se los hace pasar por unos tubos enfriados con agua a muy baja temperatura, que los condensa. Ya en estado líquido los cuatro combustibles (gasolina, nafta, kerosene y gasoil), son sometidos a una serie de

filtrajes, al final de los cuales se obtienen los productos, que en tal estado se envían a los grandes centros de distribución.

Resumiendo: la gasolina es un producto que se obtiene del petróleo muy refinado, siguiéndole luego la nafta, el kerosene y el gasoil. La gasolina y el gasoil se usan como combustibles en los motores de los autovehículos, siendo la nafta muy empleada en la industria del caucho.

Aunque ha quedado bien definido qué es la gasolina y la nafta, no obstante, se está tan acostumbrado a emplearlos indistintamente que el lector puede ahora utilizarlos según crea conveniente. Por supuesto, aceptará con reserva la denominación de **coche naftero**; que los libros y revistas técnicos de muchos países de habla hispana, empezando por los publicados en España, llamen **motores de gasolina** a los de los automóviles y, para no abundar más, que los surtidores de combustible para automóviles se denominen **gasolinera** en los países del norte de Sudamérica.

Hemos creído oportuno dar estas aclaraciones, aunque el lector puede seguir las denominaciones de, por ejemplo, nafta común, especial, extra, súper, etcétera, según sea el tipo de nafta a que se refiere.

Segundo apéndice

VALOR OCTANICO DE LA GASOLINA

Las tendencias modernas de hacer funcionar los motores de los automóviles con velocidades cada vez mayores y a comprensiones tan elevadas como sea posible, se encontraron con el grave inconveniente de producirse la ignición anticipada, detonaciones de la mezcla comprimida, etcétera, siendo la causa principal el grado de refinación de combustible empleado.

Para estudiar las cualidades antidetonantes de los combustibles y poderlas expresar con números, se introdujo una nueva unidad, denominada **octano**. El octano representa el valor antidetonante de cualquier clase de gasolina.

El nombre de octano deriva del de dos palabras: **iso y octano**, que es el de un combustible líquido que detona muy poco, o sea, es antidetonante. Hay otro combustible, denominado **heptano**, que produce grandes detonaciones. Ambos son extraídos de la refinación del petróleo.

Mezclando dos productos en debidas proporciones, se prepara una mezcla explosiva que se utiliza para hacer funcionar motores especiales de combustión interna destinados expresamente para estudiar y determinar el grado de detonación de las distintas clases de combustibles, según sea el porcentaje de estos dos hidrocarburos.

Arbitrariamente, se ha dado al isoctano el valor 100 y al heptano el valor 0 (cero). Así, por ejemplo, 70 partes de isoctano y 30 de heptano producen una graduación antidetonante de 70 octanos.

Para tener una idea concreta del significado del número de octanos que tienen los diversos tipos de gasolina, veamos estas cantidades:

a) Si el número de octanos de una gasolina está comprendido entre 50 y 60, es de ínfima calidad, llamada de tercera clase.

b) Si la graduación octánica está entre 60 a 70, son gasolinas bastante buenas, de segunda clase.

c) Cuando el número de octanos es mayor de 70 son de primera clase.

d) Gasolinas de 80 y 90 octanos son de tipos muy especiales, a las cuales se les añaden complementos especiales.

Resumiendo: el octano es una unidad de medida de las cualidades antidetonantes de la gasolina. Para los automóviles, en general, son recomendables las graduaciones comprendidas entre 65 y 70 octanos.

INDICE

Sexta parte

EL MOTOR DE ARRANQUE

Séptima parte

ACCESORIOS, RADIO Y ALUMBRADO

Octava parte

CABLEADO Y AVERIAS

Primer apéndice

Segundo apéndice

140